ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 25 MARS 1913.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture du Décret suivant :

DÉCRET.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Vu l'arrêté consulaire du 3 pluviôse, an XI;
Vu les ordonnances des 21 mars et 5 mai 1816;
Vu la délibération de l'Académie des Sciences du 10 février 1913, relative à la création de six places de Membres non résidents, qui seront réservées à des savants français qui résident hors des départements de la Seine et de Seine-et-Oise,

Décrète :

Article premier. — Sont créées, aux conditions indiquées dans la délibération susvisée du 10 février 1913, six places de Membres non résidents de l'Académie des Sciences.

Article 2. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 17 mars 1913.
Signé : R. Poincaré.

Par le Président de la République :
Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Signé : T. Steeg.

Pour ampliation :
Le Directeur de l'Enseignement supérieur, Conseiller d'État,
Signé : Bayet.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces minima engendrées par un cercle variable.* Note de M. **Gaston Darboux**.

1. Dans son Mémoire *Sur les surfaces d'aire minima pour un contour donné* (¹), Riemann a fait connaître une surface minima des plus intéressantes, engendrée par un cercle variable dont le plan est assujetti à demeurer parallèle à un plan fixe. D'après la méthode même suivie par l'illustre géomètre, on reconnaît immédiatement que la surface minima à laquelle il a été conduit est la plus générale parmi toutes celles qui sont engendrées par un cercle, lorsque le plan de ce cercle conserve une direction invariable. On peut se demander si cette restriction est nécessaire et s'il n'existe pas des surfaces minima engendrées par un cercle variable dont le plan ne demeure plus parallèle à un plan fixe. J'ignore si cette recherche a déjà été abordée; en tous cas, je crois utile de faire connaître le résultat négatif auquel je suis parvenu.

2. J'avais d'abord songé à employer une méthode reposant sur l'emploi des formules célèbres, dues à M. H.-A. Schwarz, qui déterminent, par de simples quadratures, la surface assujettie à passer par un contour analytique donné et à y admettre, en chaque point, un plan tangent donné dont la variation est aussi déterminée par des formules analytiques. Si (C) est le contour donné, supposé réel, et si les coordonnées x, y, z d'un point du contour ainsi que les cosinus directeurs X, Y, Z du plan tangent en ce point sont des fonctions analytiques d'un certain paramètre t, les formules de M. Schwarz peuvent être mises sous la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} x' = \dfrac{x_1 + x_2}{2} + \dfrac{i}{2}\displaystyle\int_{t_1}^{t_2} (Y\,dz - Z\,dy), \\ y' = \dfrac{y_1 + y_2}{2} + \dfrac{i}{2}\displaystyle\int_{t_1}^{t_2} (Z\,dx - X\,dz), \\ z' = \dfrac{z_1 + z_2}{2} + \dfrac{i}{2}\displaystyle\int_{t_1}^{t_2} (X\,dy - Y\,dx), \end{cases}$$

x_1, y_1, z_1 étant les valeurs de x, y, z pour $t = t_1$; x_2, y_2, z_2 étant les valeurs des mêmes coordonnées pour $t = t_2$, et x', y', z' désignant les coordonnées

(¹) Voir Riemann, *Œuvres mathématiques traduites par L. Laugel*. Paris, Gauthier-Villars, 1898, p. 305 et suiv.

du point de la surface cherchée, qui seront ainsi exprimées en fonction des deux paramètres t_1, t_2. Les points réels de la surface correspondront au cas où les valeurs de t_1 et de t_2 seront imaginaires conjuguées, en supposant, bien entendu, que soient réelles les expressions de x, y, z en fonction du paramètre choisi t.

Cela posé, supposons qu'on veuille trouver les surfaces minima engendrées par un contour d'espèce donnée.

Soient

$$f(x, y, z, a, b, c, \ldots) = 0,$$
$$\varphi(x, y, z, a, b, c, \ldots) = 0$$

les équations les plus générales qui définissent un tel contour; a, b, c, ... étant des constantes dont le nombre dépendra de la nature du contour choisi. Il sera, par exemple, de 4 pour une droite, de 6 pour un cercle, de 8 pour une conique, de 16 pour une biquadratique, etc. La surface la plus générale engendrée par un tel contour s'obtiendra en supposant que tous les paramètres a, b, c, ... soient fonctions d'un paramètre variable λ. Alors le plan tangent en un point (x, y, z) de la surface sera défini par les deux équations

$$\frac{\partial f}{\partial x}dx + \frac{\partial f}{\partial y}dy + \frac{\partial f}{\partial z}dz + d\lambda \sum \frac{\partial f}{\partial a}a' = 0,$$
$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y}dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z}dz + d\lambda \sum \frac{\partial \varphi}{\partial a}a' = 0,$$

où a', b', c' désignent les dérivées de a, b, c, ... par rapport à λ. Si donc on pose

$$(2) \qquad \mathrm{L} = \sum \frac{\partial f}{\partial a}a', \qquad \mathrm{M} = \sum \frac{\partial \varphi}{\partial a}a',$$

les cosinus directeurs de la normale seront déterminés par les équations

$$(3) \qquad \frac{\mathrm{X}}{\mathrm{M}\frac{\partial f}{\partial x} - \mathrm{L}\frac{\partial \varphi}{\partial x}} = \frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{M}\frac{\partial f}{\partial y} - \mathrm{L}\frac{\partial \varphi}{\partial y}} = \frac{\mathrm{Z}}{\mathrm{M}\frac{\partial f}{\partial z} + \mathrm{L}\frac{\partial \varphi}{\partial z}} = \frac{1}{\Delta}$$

où l'on a

$$(4) \qquad \Delta^2 = \mathrm{M}^2 \mathrm{S}\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 - 2\mathrm{ML}\,\mathrm{S}\frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \mathrm{L}^2 \mathrm{S}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2.$$

En tous les points d'un même contour a, b, c, ... et a', b', c', ... sont des constantes qu'on peut choisir arbitrairement. X, Y, Z sont donnés par les formules (3) et il est permis d'appliquer les formules de M. Schwarz. On sera sûr d'obtenir ainsi, *si elles existent*, toutes les surfaces minima engen-

drées par un contour de la nature de celui qui a été choisi. Mais il sera fort possible que la surface ne puisse être engendrée de cette manière. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est qu'elle contiendra deux contours infiniment voisins de l'espèce qui aura été choisie.

3. Appliquons cette méthode générale à la recherche des surfaces minima engendrées par un cercle. Les équations du cercle peuvent être mises sous la forme

$$(5)\qquad \begin{cases} (x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2-R^2=0, \\ A(x-a)+B(y-b)+C(z-c)=0, \end{cases}$$

où l'on peut même supposer

$$(6)\qquad A^2+B^2+C^2=1,$$

ce qui pourra exclure certaines surfaces minima imaginaires. Si l'on pose

$$(7)\qquad \begin{cases} H=-a'(x-a)-b'(y-b)-c'(z-c)-RR', \\ K=A'(x-a)+B'(y-b)+C'(z-c)-Aa'-Bb'-Cc', \end{cases}$$

les formules (3) et (4) nous donneront

$$(8)\qquad X=\frac{AH-K(x-a)}{\Delta},\qquad Y=\frac{BH-K(y-b)}{\Delta},\qquad Z=\frac{CH-K(z-c)}{\Delta},$$

où l'on aura

$$(9)\qquad \Delta^2=H^2+K^2R^2.$$

Si l'on veut appliquer la méthode générale que nous avons indiquée, on pourra supposer qu'on ait choisi les axes coordonnés de telle manière que le cercle particulier considéré ait pour équations

$$(9')\qquad x^2+y^2=R^2,\qquad z=0,$$

ce qui exigera qu'on fasse, dans les formules,

$$(10)\qquad A=0,\qquad B=0,\qquad C=1,\qquad a=b=c=0.$$

Les valeurs de X, Y, Z, deviendront alors

$$(11)\qquad X=\frac{-Kx}{\Delta},\qquad Y=\frac{-Ky}{\Delta},\qquad Z=\frac{H}{\Delta},$$

et l'on aura

$$(12)\qquad \begin{cases} H=-a'x-b'y-RR', \\ K=A'x+B'y-c'. \end{cases}$$

Les formules de M. Schwarz nous donneront donc

$$x' = \frac{x_1 + x_2}{2} - \frac{i}{2}\int \frac{\mathrm{H}\, dy}{\Delta},$$
$$y' = \frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{i}{2}\int \frac{\mathrm{H}\, dx}{\Delta},$$
$$z' = \frac{i}{2}\int \frac{\mathrm{K}}{\Delta}(y\, dx - x\, dy).$$

Si l'on pose

(13) $$x = \mathrm{R}\cos\varphi, \qquad y = \mathrm{R}\sin\varphi,$$

elles prennent la forme

(14) $$\begin{cases} x' = \dfrac{\mathrm{R}}{2}(\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2) + \dfrac{i\mathrm{R}^2}{2}\displaystyle\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \dfrac{a'\cos\varphi + b'\sin\varphi + \mathrm{R}'}{\Delta}\cos\varphi\, d\varphi, \\ y' = \dfrac{\mathrm{R}}{2}(\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2) + \dfrac{i\mathrm{R}^2}{2}\displaystyle\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \dfrac{a'\cos\varphi + b'\sin\varphi + \mathrm{R}'}{\Delta}\sin\varphi\, d\varphi, \\ z' = -\dfrac{i\mathrm{R}^2}{2}\displaystyle\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \dfrac{\mathrm{A}'\mathrm{R}\cos\varphi + \mathrm{B}'\mathrm{R}\sin\varphi - c'}{\Delta}\, d\varphi, \end{cases}$$

où l'on a

(15) $$\Delta^2 = \mathrm{R}^2(a'\cos\varphi + b'\sin\varphi + \mathrm{R}')^2 + \mathrm{R}^2[\mathrm{A}'\mathrm{R}\cos\varphi + \mathrm{B}'\mathrm{R}\sin\varphi - c']^2.$$

4. Ce sont des intégrales elliptiques d'une forme assez compliquée. Comme le polynome Δ^2 peut être décomposé en facteurs, il ne serait pas impossible de réduire ces intégrales à la forme normale. Il y a même un cas particulier où elles se présentent d'elles-mêmes sous cette forme : c'est celui où les deux cercles infiniment voisins par lesquels passe la surface sont égaux et situés dans des plans parallèles. Alors les plans tangents à la surface en tous les points du cercle considéré enveloppent un cylindre, droit ou oblique.

Dans cette hypothèse, il faut faire

$$\mathrm{R}' = \mathrm{A}' = \mathrm{B}' = 0,$$

et même on peut annuler b' en faisant tourner les axes autour de Oz; de sorte que les formules (14) prennent la forme suivante :

$$x' = \frac{\mathrm{R}}{2}(\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2) + \frac{ia'\mathrm{R}^2}{2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{\cos^2\varphi}{\Delta}\, d\varphi,$$
$$y' = \frac{\mathrm{R}}{2}(\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2) + \frac{ia'\mathrm{R}^2}{2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{\cos\varphi\sin\varphi}{\Delta}\, d\varphi,$$
$$z' = \frac{ic'\mathrm{R}^2}{2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\Delta},$$

où l'on a

$$\Delta^2 = R^2(a'^2 + c'^2 - a'^2 \sin^2\varphi). \tag{16}$$

Si l'on pose

$$k = \frac{a'}{\sqrt{a'^2 + c'^2}}, \qquad k' = \frac{c'}{\sqrt{a'^2 + c'^2}}, \qquad \sin\varphi = \operatorname{sn} u, \tag{17}$$

on aura

$$\Delta = R\sqrt{a'^2 + c'^2}\,\operatorname{dn} u$$

et si l'on introduit la fonction uniforme bien connue

$$Z(u) = k^2 \int_0^u \operatorname{sn}^2 u\, du,$$

les formules qui déterminent la surface deviendront

$$(18)\quad \begin{cases} x' = \dfrac{R}{2}(\operatorname{cn} u_1 + \operatorname{cn} u_2) + \dfrac{ikR}{2}(u_2 - u_1) + \dfrac{iR}{2k}[Z(u_1) - Z(u_2)], \\ y' = \dfrac{R}{2}(\operatorname{sn} u_1 + \operatorname{sn} u_2) + \dfrac{iR}{2k}(\operatorname{dn} u_1 - \operatorname{dn} u_2), \\ z' = \dfrac{ik'R}{2}(u_2 - u_1). \end{cases}$$

Si l'on pose

$$u_1 = \alpha + \beta i, \qquad u_2 = \alpha - \beta i, \tag{19}$$

les formules d'addition des fonctions elliptiques nous donnent

$$(20)\quad \begin{cases} x' = kR\beta + \dfrac{iR}{k}Z(\beta i) + R\operatorname{cn}\beta i\,\dfrac{\operatorname{cn}\alpha\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{sn}\beta i}{\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{cn}\alpha\operatorname{sn}\beta i}, \\ y' = R\operatorname{cn}\beta i\,\dfrac{\operatorname{sn}\alpha}{\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{cn}\alpha\operatorname{sn}\beta i}, \\ z' = k'R\beta. \end{cases}$$

On peut déterminer un angle ψ par les formules

$$\cos\psi = \frac{\operatorname{cn}\alpha\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{sn}\beta i}{\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{cn}\alpha\operatorname{sn}\beta i}, \qquad \sin\psi = \frac{\operatorname{sn}\alpha}{\operatorname{dn}\beta i + ik\operatorname{cn}\alpha\operatorname{sn}\beta i}, \tag{21}$$

et par suite, en substituant ψ à α, présenter les équations qui déterminent la surface sous la forme

$$(22)\quad \begin{cases} x' = kR\beta + \dfrac{iR}{k}Z(\beta i) + R\operatorname{cn}\beta i\cos\psi, \\ y' = R\operatorname{cn}\beta i\sin\psi, \\ z' = k'R\beta, \end{cases}$$

qui montre *que la surface est engendrée par un cercle dont le plan est perpendiculaire à l'axe des z.* On peut d'ailleurs éliminer β et ψ et écrire l'équation de la surface en coordonnées cartésiennes

$$(23) \qquad \left[x - \frac{k}{k'}z - \frac{i\mathrm{R}}{k}\mathrm{Z}\left(\frac{iz}{\mathrm{R}k'}\right)\right]^2 + y^2 = \mathrm{R}^2\,\mathrm{cn}^2\,\frac{iz}{\mathrm{R}k'}.$$

C'est, nous le verrons, la surface de Riemann. Sa forme dépend des deux constantes R et k.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet des toxoplasmes du lapin et du gondi.* Note de MM. **A. Laveran** et **M. Marullaz.**

A. Splendore a fait connaître, en 1908, un Protozoaire nouveau qui, au Brésil, donne lieu à des épizooties chez les lapins [1].

Peu après, C. Nicolle et L. Manceaux [2] ont décrit, chez le gondi de Tunisie, *Ctenodactylus gondi*, un Protozoaire ayant la plus grande ressemblance morphologique avec le parasite du lapin de Splendore et ils ont créé, avec raison, un genre nouveau, le genre *Toxoplasma*, pour désigner ces protozoaires qui s'éloignent notablement des *Leishmania* dont Splendore les avait d'abord rapprochés.

La question de savoir si le *Toxoplasma cuniculi* doit être, ou non, identifié au *T. gondii* n'a pas encore été résolue.

La grande ressemblance morphologique des deux parasites est une présomption en faveur de leur identité, mais elle n'autorise pas une conclusion ferme ; des protozoaires morphologiquement semblables peuvent en effet avoir des caractères biologiques trop différents pour qu'on puisse les identifier.

On devait se demander si le *Toxoplasma cuniculi* et le *T. gondii* étaient inoculables aux mêmes espèces animales.

T. cuniculi a été inoculé, avec succès, au lapin (Splendore), au cobaye, au pigeon (Carini), à plusieurs passereaux, à des oiseaux du genre *Euphonia* (Splendore); sans succès au rat blanc (L. Magnaghi).

T. gondii a été inoculé avec succès au gondi, au cobaye (C. Nicolle et L. Manceaux, C. Nicolle et M. Conor, 4 fois sur 17), à la souris qui est

---

(1) A. Splendore, *Revista da Socied. scientif. de São Paulo*, t. III, 1908, nos 10-12, et t. IV, 1909, nos 5-7.

(2) C. Nicolle et L. Manceaux, *Comptes rendus*, 26 octobre 1908 et 8 février 1909, et *Arch. de l'Institut Pasteur de Tunis*, 1909, p. 97.

très sensible (C. Nicolle et M. Conor), au pigeon (C. Nicolle et M. Conor); nous avons constaté que le *Padda oryzivora* s'infectait facilement par la voie péritonéale.

Le *T. gondii* a été inoculé sans succès aux macaques, au chien, au rat blanc, au lapin (C. Nicolle et L. Manceaux, C. Nicolle et M. Conor).

C. Nicolle et Mme Conor qui ont inoculé sans succès 5 lapins à Tunis (¹), par la voie intra-péritonéale, avec le *T. gondii*, ont conclu de ce fait que vraisemblablement ce toxoplasme appartenait à une autre espèce que le *T. cuniculi*.

Le Dr C. Nicolle ayant eu la grande obligeance d'envoyer à l'un de nous deux souris inoculées à Tunis avec le *T. gondii*, nous avons pu étudier à l'Institut Pasteur ce parasite et, si nos observations confirment, sur la plupart des points, celles du Dr C. Nicolle et de Mme Conor, elles en diffèrent pour ce qui regarde la sensibilité du lapin au virus.

Les deux premiers lapins que nous avons inoculés, dans le péritoine, avec l'exsudat péritonéal d'une souris infectée de *T. gondii*, ne se sont pas infectés. 5 jours après l'inoculation, la ponction du péritoine a fourni quelques gouttes d'un exsudat visqueux dans lequel il a été impossible de trouver des toxoplasmes. L'un des lapins a été sacrifié, en très bon état, 17 jours après l'inoculation : on n'a trouvé de toxoplasmes ni dans l'exsudat péritonéal, ni dans la rate. Ces lapins pesaient au moment de l'inoculation l'un 830g et l'autre 875g.

Un troisième lapin, plus jeune que les deux premiers, du poids de 550g, inoculé le 15 mars 1913 avec l'exsudat péritonéal d'une souris infectée de *T. gondii* a, le 18 mars, des toxoplasmes extrêmement rares dans l'exsudat péritonéal. Deux souris inoculées le 18 mars, avec l'exsudat péritonéal du lapin, s'infectent. Le lapin meurt le 23 mars. Le péritoine, qui est légèrement enflammé, surtout autour du foie, contient 60cm³ d'un exsudat non visqueux, un peu trouble; après centrifugation d'une partie de ce liquide, on constate l'existence, dans le culot, de toxoplasmes très rares. Les frottis du foie, de la rate et des poumons montrent aussi des toxoplasmes en très petit nombre; l'examen des frottis de moelle osseuse est négatif. Il y a eu dans ce cas infection généralisée, mais avec des toxoplasmes rares.

Chez un quatrième lapin inoculé, non plus dans la cavité péritonéale comme les trois premiers, mais dans une veine, la démonstration de la virulence du *Toxoplasma gondii* n'a rien laissé à désirer; le lapin est mort

(¹) C. Nicolle et Marthe Conor, *Soc. de Pathologie exotique*, 12 mars 1913.

le sixième jour après l'inoculation avec une infection généralisée, bien caractérisée par l'existence de toxoplasmes nombreux dans le foie et la rate, non rares dans la moelle osseuse et les poumons. Nous résumons cette observation.

Un jeune lapin pesant 580g est inoculé le 15 mars 1913, dans la veine marginale d'une des oreilles, avec une goutte de l'exsudat péritonéal d'une souris infectée de *Toxoplasma gondii;* la goutte d'exsudat a été diluée dans de l'eau physiologique.

Le lapin est trouvé mort le 21 mars, il ne pèse plus que 500g, il a donc maigri.

Exsudat péritonéal presque nul. La rate, fortement augmentée de volume, pèse 2g,60; on ne distingue de granulations blanchâtres ni à la surface, ni sur la coupe. Le foie est pâle, ce qui paraît dépendre de l'anémie; à la face supérieure et à la face inférieure du foie, on trouve un certain nombre de nodules blanchâtres, dont les plus gros atteignent le volume de têtes d'épingles, qui ressemblent à des granulations tuberculeuses; quelques nodules se voient aussi sur les coupes. Reins pâles. Les lobes inférieurs des poumons sont fortement congestionnés. Rien à noter du côté du cœur. Les ganglions lymphatiques ne sont pas hypertrophiés.

La goutte d'exsudat péritonéal qui sert à faire un frottis ne montre pas de toxoplasmes. Dans les frottis du foie et de la rate, les toxoplasmes sont, au contraire, nombreux; les parasites sont généralement libres; les formes en voie de division, par bipartition, abondent. Dans les frottis de la moelle osseuse et du poumon (lobes inférieurs congestionnés), les toxoplasmes ne sont pas rares, ils existent aussi, mais en très petit nombre, dans les frottis obtenus avec la substance cérébrale. L'examen de deux frottis du sang a été négatif.

Il nous paraît ressortir de ces observations que le *Toxoplasma gondii* est inoculable au lapin et qu'il peut produire, chez cet animal, une infection généralisée tout à fait comparable à celle que produit le *Toxoplasma cuniculi*, mais que la voie intra-péritonéale se prête mal à l'infection, au moins quand il s'agit du passage du virus de souris à lapin, et que la voie intraveineuse est beaucoup meilleure. L'âge des animaux est aussi un facteur important. Les lapins s'infectent d'autant plus facilement qu'ils sont plus jeunes.

Il est à remarquer, d'autre part, que les deux toxoplasmes sont inoculables au pigeon, et que ce fait extraordinaire, dans l'histoire des Protozoaires pathogènes, d'un oiseau sensible à un virus provenant de mammifères, constitue un caractère commun d'une grande importance.

En dernier lieu, il faut noter que la toxoplasmose naturelle du lapin a été observée à Saint-Louis (Sénégal) [1], ce qui permet de supposer qu'elle existe aussi dans d'autres régions de l'Afrique.

---

(1) G. Bourret, *Bull. Soc. de Pathologie exotique*, t. IV, 14 juin 1911, p. 373.

Sans vouloir conclure à l'identité des toxoplasmes du lapin et du gondi, nous dirons que les arguments pouvant être invoqués en faveur de cette opinion nous paraissent avoir une grande valeur.

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie des fascicules 7 à 10 de la *Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Charles André*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 25,

M. Lebeuf obtient. . . . . 24 suffrages
M. Luc Picart » . . . . 1 suffrage

M. **Lebeuf**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. *Louis Henry*, Correspondant pour la Section de Chimie.

Sir **John Rose Bradford**, Secrétaire honoraire du *Comité Lister*, demande à l'Académie de contribuer à la constitution du Fonds destiné à honorer la mémoire de l'illustre chirurgien.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le **Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes**, en accusant réception du Rapport relatif aux *Niagaras*, fait savoir à l'Académie qu'il lui communiquera les observations concernant l'électricité atmosphérique qui seront faites dans son service.

M. **Sauvage** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La rotation de la Terre; ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles. Second Appendice : Continuation des expériences, par J.-G. Hagen. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

ASTRONOMIE. — *Étoiles doubles nouvelles découvertes à l'Observatoire de Lille.* Note de M. **R. Jonckheère**, présentée par M. B. Baillaud.

Le 21 avril 1908, j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie la création d'un nouvel Observatoire dans le nord de la France, sur la commune de Hem, à 8^{km} de Lille. Il se trouve par $3^m 23^s,52$ est de Paris (1) et $50°39'37''$ de latitude.

Par délibération prise par le Conseil de l'Université de Lille, le 26 juin 1912, et par arrêté ministériel du 6 juillet, ledit Observatoire a été rattaché à l'Université de Lille et j'ai été appelé à donner un cours d'Astronomie pratique à la Faculté des Sciences et à l'Observatoire.

Le programme des travaux que se proposait le nouvel Observatoire portait en première ligne l'étude des étoiles doubles qui a été un peu délaissée en France depuis 1894, c'est-à-dire depuis les mesures de MM. Bigourdan, Perrotin et de l'Observatoire de Toulouse.

Le total des mesures micrométriques que nous avons obtenues est de 3442, mais c'est surtout les recherches d'étoiles doubles nouvelles qui ont occupé toutes nos belles nuits depuis maintenant 8 ans.

Avec un équatorial de 22^{cm}, je découvris en 1906 et 1907 quelques premiers nouveaux couples dont j'augmentais encore la liste en 1908 à l'Observatoire de Strasbourg; enfin, depuis 1909, ces étoiles ont été vérifiées à l'équatorial de l'Observatoire de Lille et avec cet instrument j'ai pu découvrir plusieurs centaines d'étoiles. Elles sont distribuées en 13 Catalogues et portent aujourd'hui le nombre de nouveaux couples à 1002.

---

(1) *Sur la longitude de l'Observatoire de Lille déterminée par télégraphie sans fil* (*Monthly Notices*, t. LXXII, p. 3).

J'ai déjà indiqué (¹) comment ce travail était poursuivi. La partie du ciel la plus observée est contenue entre les déclinaisons — 2° et + 20°.

Voici la composition des 13 Catalogues par ordre de distance angulaire des composantes :

Catalogue.	0″0-2″0.	2″1-3″0.	3″1-4″0.	4″1-5″0.	5″1 à +	Total.	Publication.
I..........	54	17	10	0	1	82	*A. N.*, 4406
II.........	29	35	33	20	16	133	*A. N.*, 4461
III........	21	28	20	29	2	100	*A. N.*, 4484
IV........	25	22	27	24	2	100	*A. N.*, 4510
V.........	20	25	30	25	0	100	*M. N.*, LXXI, 9
VI.........	8	14	29	34	0	85	*M. N.*, LXXII, 1
VII........	18	16	18	15	0	67	*M. N.*, LXXII, 2
VIII......	21	19	0	0	0	40	*M. N.*, LXXII, 3
IX........	16	29	0	0	0	45	*J. A.*, t. 1, p. 129
X.........	17	32	0	0	0	49	*J. A.*, t. 1, p. 145
XI........	8	9	3	0	0	20	*J. A.*, t. 1, p. 150
XII........	25	54	11	0	0	90	*J. A.*, t. 2, p. 1
XIII.......	19	19	37	15	1	91	*J. A.*, t. 2, p. 9
Totaux.	281	319	218	162	22	1002	

On remarquera que 980 ont une distance inférieure à 5″,1; c'est 208 de plus que le nombre de ces couples contenus dans les Catalogues réunis de Hough et Otto Struve.

Ces nouvelles étoiles sont naturellement plus faibles que celles découvertes antérieurement. Otto Struve avait déjà examiné toutes les étoiles jusqu'à la septième grandeur, puis Burnham découvrit tout ce qui restait comme étoiles brillantes; enfin Hussey et Aitken examinèrent toutes les étoiles jusqu'à la neuvième grandeur, et cela d'une façon si complète et systématique, qu'une fois ce travail terminé, il ne doit plus être pratiquement possible de découvrir des étoiles doubles plus brillantes que cette grandeur (²).

Les découvertes deviennent naturellement de plus en plus difficiles.

Cependant notre période de belles nuits est en hiver, alors qu'à l'Observatoire de Lick elles sont rares à cette époque; c'est pourquoi nous avons pu encore trouver quelques couples relativement brillants.

La grandeur moyenne de l'étoile principale est de 9,19 pour les 1002

(¹) *Comptes rendus*, t. 152, p. 575.

(²) Ottawa, *Report* 1907, p. 52.

couples; comme nos grandeurs sont 0,2 ± plus brillantes que les grandeurs du *Bonner Durchmusterung*, il faut la réduire à 9,4 d'Argelander.

Les distances limites suggérées par Aitken dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 4505, sont de 5″ pour les étoiles contenues entre la sixième et la neuvième grandeur et de 3″ pour les étoiles plus faibles. Notre distance moyenne, comprenant celles des étoiles plus brillantes que la neuvième grandeur, est de 3″,09.

Voici les distances et grandeurs moyennes pour chaque catalogue :

Catalogue.	Moyenne des distances.	Moyenne des grandeurs.	Nombre d'étoiles.	Catalogue.	Moyenne des distances.	Moyenne des grandeurs.	Nombre d'étoiles.
I.....	2″,07	9,19	82	VIII...	1″,86	9,20	40
II....	4,70	8,78	133	IX.....	2,16	9,45	45
III....	3,28	9,03	100	X.....	2,29	9,44	49
IV....	3,16	8,92	100	XI.....	2,14	9,43	20
V.....	3,07	9,29	100	XII....	2,41	9,39	90
VI....	3,64	9,25	85	XIII...	3,25	9,52	91
VII...	3,00	9,28	67	Moyennes.	3,09	9,19	

Les étoiles, qui n'ont été mesurées qu'une soirée, sont habituellement remesurées les années suivantes; c'est ainsi que le total des mesures de ces nouvelles étoiles seules est de 2,193, soit en moyenne 2,2 par étoile.

On découvre actuellement des étoiles très faibles à mouvement propre rapide; l'étude de ces nouvelles étoiles doubles nous montrera de même si les étoiles faibles ne sont pas quelquefois relativement rapprochées. La découverte de ces étoiles nous paraît intéressante parce que, comme l'a dit Burnham en 1906, dans la Préface de son *Catalogue général*, page VII, presque rien n'a encore été fait pour trouver les étoiles doubles serrées plus faibles que la neuvième grandeur, et l'on ne peut encore savoir le rang qu'elles prendront dans la classe des étoiles doubles physiques.

CHRONOMÉTRIE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur le spiral double.* Note de M. **Jules Andrade.**

I. Dans mes premières expériences résumées dans ma Note du 6 janvier, j'ai étudié les durées de l'extinction du mouvement d'un balancier armé d'un spiral cylindrique double sans courbes terminales, pour les diverses orientations relatives des deux moitiés du spiral. Ces premières observations portaient sur une demi-amplitude initiale de la vibration du balancier égale à ± 90°; elles ont révélé que l'association la plus avantageuse des

deux spiraux, pour l'amplitude initiale précitée, *est sensiblement celle* pour laquelle les projections des deux viroles sur un plan perpendiculaire à l'axe sont en coïncidence.

II. J'ai poursuivi ces expériences sous les demi-amplitudes initiales de $\pm 90°$ et de $\pm 135°$.

Dans cette seconde série d'observations, faite en janvier et février dernier, j'ai reconnu d'abord la nécessité d'éviter une erreur systématique plus importante encore que celle qui provient de petits écarts de température et qui résulte des variations du serrage des vis de fixage. On devra serrer celles-ci à fond et s'abstenir d'y toucher durant toute une série d'observations; on devra donc, en déplaçant successivement le piston et la virole du spiral inférieur, laisser le bâti porteur des pierres de l'axe *invariablement* lié à son bloc support.

III. Les graphiques des durées d'extinction aux diverses orientations du spiral inférieur ont des allures tout à fait parallèles, pour l'une et l'autre des semi-amplitudes initiales étudiées.

Ces graphiques confirment un minimum des frottements propres aux spiraux pour la position dans laquelle les deux viroles sont confondues en projection.

Pratiquement, on peut conserver sensiblement les orientations favorables en déplaçant encore le spiral inférieur de $\pm 25°$ par rapport à la position ci-dessus énoncée, du moins à l'approximation des mesures.

Au contraire, le maximum de la perturbation des frottements propres au spiral double a lieu pour *une position du spiral inférieur* que l'on obtient en le déplaçant depuis sa position aux viroles confondues par une rotation de $135°$ exécutée dans le sens *de l'enroulement ascendant* des spires.

IV. Les expériences précédentes, poursuivies sur plusieurs tours, ont révélé un affaiblissement accidentel du ressort double dû à un commencement de rouille de l'un des spiraux. Ces expériences seront continuées avec une précision plus grande sur un spiral double en palladium.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie électronique de la gravitation.* Note (¹) de M. **L. Décombe**, présentée par M. Appell.

I. Considérons, sous le nom de *spectron*, un système de *n* électrons gravitant *sur une même orbite* à l'intérieur d'une distribution cubique d'électricité positive. On supposera cette distribution sphérique et, afin que le

(¹) Présentée dans la séance du 17 mars 1913.

système soit électrostatiquement neutre aux grandes distances, sa charge totale (ne) sera prise égale à n fois celle (e) d'un électron.

L'action électrique totale de deux spectrons quelconques se compose de trois parties :

1° *Les actions électrostatiques.* Leur résultante est nulle si la distance des deux spectrons est suffisante.

2° *Les actions galvanostatiques* qu'*a priori* on doit supposer pouvoir exister entre les charges positives fixes de l'un des systèmes et les éléments de courant auxquels sont assimilables les électrons en mouvement de l'autre. Elles doivent être également considérées comme nulles dans le cas qui nous occupe ([1]).

3° *Les actions électrodynamiques* entre les mêmes éléments de courant. Pour les calculer, désignons par ρ et ρ' les rayons vecteurs OM et O'M' des électrons M et M', par x, y, z, x', y', z' les projections de ces vecteurs sur trois axes rectangulaires fixes, l'axe des x étant parallèle à la droite $OO' = d$ qui joint les centres des orbites, par r la distance des deux électrons supposée très grande par rapport à x, y, z, x', y', z' et employons la formule d'Ampère :

$$f = \frac{2\, i\, i'\, ds\, ds'}{r^2}\left(\frac{1}{2}\frac{\partial r}{\partial s}\frac{\partial r}{\partial s'} - r\frac{\partial^2 r}{\partial s\, \partial s'}\right). \tag{1}$$

On sait que f représente une force *positive dans le cas d'une attraction et dirigée suivant la droite qui joint les deux éléments de courant ds et ds'.*

Si l'on écrit alors les relations connues :

$$i\, ds = ve, \qquad i'\, ds' = v'e \tag{2}$$

et si l'on pose ensuite :

$$v = \frac{ds}{dt}, \qquad v' = \frac{ds'}{dt'}, \tag{3}$$

on trouve, pour l'action *moyenne* f_m des deux éléments de courant considérés :

$$f_m = \frac{e^2}{d^2}\frac{1}{TT'}\int^{T}\int_0^{T'}\left(-\frac{dx}{dt}\frac{dx'}{dt'} + 2\frac{dy}{dt}\frac{dy'}{dt'} + 2\frac{dz}{dt}\frac{dz'}{dt'}\right)dt\, dt', \tag{4}$$

T et T' désignant les périodes de révolution de chaque électron.

On voit que nous désignons le temps par t ou t' suivant qu'il s'agit de

---

([1]) Cette question donnera lieu à une publication ultérieure.

l'une ou l'autre orbite, afin de pouvoir intégrer séparément le long de chacune d'elles.

Or, il est visible que f_m est nul.

Cela tient à ce que nous avons implicitement considéré comme instantanée la propagation des *actions électrodynamiques*.

Si on lui attribue une vitesse finie, il y a lieu de remplacer dans la formule précédente t par $t-\frac{x}{V}$ et t' par $t'+\frac{x'}{V'}$ (en supposant, pour plus de généralité, la vitesse de propagation différente à l'intérieur de chaque spectron) et l'on trouve, tous calculs faits :

$$(5)\qquad f_m=\frac{e^2}{d^2}\frac{1}{VV'}\frac{1}{TT'}\int_0^{T}\int_0^{T'}\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\left(\frac{dy}{dt'}\right)^2 - 2\frac{dx}{dt}\frac{dy}{dt}\frac{dx'}{dt'}\frac{dy'}{dt'}-2\frac{dx}{dt}\frac{dz}{dt}\frac{dx'}{dt'}\frac{dz'}{dt'}\right]dt\,dt'.$$

Dans le cas où les orbites sont circulaires, on obtient :

$$(6)\qquad F=\frac{nn'}{d^2}\left(\frac{e}{V}\frac{2\pi^2a^2}{T^2}\right)\left(\frac{e}{V'}\frac{2\pi^2a'^2}{T'^2}\right)\left(\cos^2\theta\cos^2\theta'-\frac{1}{2}\sin 2\theta\sin 2\theta'\cos i\right),$$

n et n' désignant le nombre d'électrons qui évoluent respectivement sur chaque orbite, a et a' les rayons de ces orbites, θ et θ' leurs inclinaisons sur la droite $OO'=d$ et i l'angle des deux plans projetant OO' sur chacun des plans orbitaux.

Nous supposerons alors :

1° *Que la masse mécanique d'un spectron provienne uniquement de celle de ses électrons;*

2° *Que la quantité* $\frac{1}{V}\frac{e}{m}\frac{\pi^2a^2}{T^2}$ *soit une constante universelle* $\sqrt{\varphi}$.

Dans ces conditions, l'action moyenne F_m de deux spectrons dont les orbites sont supposées pouvoir prendre toutes les orientations possibles dans l'espace, prend la forme essentiellement positive :

$$(7)\qquad -F_m=\varphi\frac{MM'}{d^2},$$

où M et M' désignent les masses totales de chaque spectron.

ELLE EST DONC IDENTIFIABLE AVEC LA GRAVITATION UNIVERSELLE.

II. Les résultats précédents subsistent lorsqu'on suppose les deux spec-

trons animés dans l'espace de déplacements indépendants quelconques. Il y a alors lieu de substituer, aux éléments de courant $MN = i\,ds$ et $M'N' = i'ds'$, les deux éléments MN_1 et $M'N'_1$ obtenus en composant respectivement MN et M'N' avec les éléments NN_1 et $N'N'_1$ dus aux déplacements des deux spectrons. L'action réciproque des deux circuits fermés MNN_1M et $M'N'N'_1M'$ étant nulle, l'action cherchée de MN_1 sur $M'N'_1$ sera identique à celle de MNN_1 sur $M'N'N'_1$. Or celle-ci se compose :

1° De l'action de MN *sur* M'N', la seule qui intervienne pour deux spectrons au repos;

2° Des trois actions suivantes : MN *sur* $N'N'_1$, NN_1 *sur* M'N' et NN_1 *sur* $N'N'_1$ qui, lorsqu'on en fait la sommation pour tous les électrons de chaque système, sont exactement neutralisées par l'action des éléments de courant provenant du déplacement des charges positives qui constituent les distributions cubiques.

L'action mutuelle des deux spectrons en mouvement est donc la même qu'au repos.

III. Dans le cas, qui paraît être celui de la réalité, où la force attractive est proportionnelle à la distance, la condition :

$$\frac{1}{V}\frac{e}{m}\frac{\pi^2 a^2}{T^2} = \sqrt{\varphi} \tag{9}$$

exprime que *l'énergie totale d'un spectron* $\left(E = nm\frac{4\pi^2 a^2}{T^2}\right)$ *est un multiple entier* (n) *d'un quantum élémentaire* ε *égal à* $\frac{4\sqrt{\varphi}\,Vm^2}{e}$. Si l'on suppose que la vitesse de propagation de l'action électrodynamique à l'intérieur d'un spectron de période T soit proportionnelle à la fréquence et si l'on pose, par exemple, $VT = K$, ε *prend la forme* $\varepsilon = \frac{h}{T}$ *identique à celle du quantum de la théorie du rayonnement noir*. De plus la condition (9) exprime alors que *le moment magnétique d'un spectron* $\left(\mathfrak{M} = n\frac{\pi a^2 e}{T}\right)$ *est un multiple entier* (n) *d'un moment magnétique élémentaire universel.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique du tellure.* Note de Mlle **Paule Collet**, présentée par M. Violle.

J'ai étudié la conductibilité de trois masses de tellure polies, à faces parallèles de $0^{mm},5$ à 2^{mm} d'épaisseur. L'orientation cristalline de ces

échantillons n'a aucune action sur les phénomènes observés. Les électrodes mises en contact avec le tellure sont des lames métalliques polies ou des fils de section variable, amenés au centre d'une plaque d'ébonite. Avec ce montage, le tellure ne fonctionne pas comme détecteur d'ondes.

Les expériences ont porté sur quatre points principaux.

I. *Influence de la pression sur la résistance.* — Tant que la pression est inférieure à une valeur P_1 (30g à 40g par millimètre carré) la résistance varie de façon très irrégulière, ce qui est dû à de mauvais contacts rompus ou établis par le courant.

A partir de la valeur P_1 la résistance, pour une différence de potentiel donnée, demeure constante jusqu'à une valeur P_2 de la pression.

Au delà de la valeur P_2, la différence de potentiel demeurant constante, un accroissement de pression provoque une diminution de résistance; de plus les variations de la résistance avec la différence de potentiel deviennent de moins en moins marquées :

Différences de potentiel (en volts)	0,23	0,46	1,84
Résistances sous pression P_1 (en ohms)	4	3,75	2,3
Résistances sous forte pression (en ohms)	1,91	1,87	1,5

II. *Forces électromotrices résiduelles.* — Après le passage, pendant une minute environ, d'un courant excitateur, le tellure est le siège d'une force électromotrice résiduelle, dont la grandeur et le sens dépendent de la nature des contacts.

Le plus souvent cette force électromotrice garde le même sens et presque la même grandeur lorsqu'on renverse le courant. Le phénomène est du reste très capricieux et paraît complexe. Pour une force électromotrice de 2 volts, par exemple, la force électromotrice résiduelle atteint 0,001 volt; elle ne disparaît qu'après 6 à 10 minutes.

III. *Influence de la durée de passage du courant.* — A. Pour des durées excédant plusieurs secondes, la résistance est fonction du temps pendant lequel passe le courant.

Aux intensités inférieures à 25 milliampères le passage prolongé du courant développe une force électromotrice toujours de même sens qui accroît la résistance apparente pour un courant d'un certain sens et la diminue dans le sens inverse.

Si l'intensité dépasse 0,06 ampère, le passage prolongé du courant se produit avec des saccades dans l'intensité et la différence de potentiel. Mais l'effet, pour des intensités plus faibles, est une diminution marquée et d'ailleurs temporaire de la résistance. Peu à peu, à ces faibles intensités, la résistance reprend la valeur qu'elle avait avant le passage des courants intenses.

La création, aux faibles intensités, d'une force électromotrice indépendante du sens du courant peut s'expliquer par un effet Joule échauffant inégalement les deux électrodes. Quant aux courants intenses, amenés par des électrodes de surface inférieure à 1^{mm^2}, ils provoquent des échauffements énormes et localisés, accompagnés même de fusion et de recristallisation, ce qui explique l'irrégularité de leur passage et les modifications, d'ailleurs temporaires, qu'ils apportent dans la résistance.

B. Pour des durées de passage de l'ordre d'une fraction de seconde, la résistance a pour chaque intensité une valeur bien déterminée, unique et indépendante du temps pendant lequel passe le courant.

Ce temps variant, par exemple, de 1 à 5 pour une intensité de 0,52 ampère, les valeurs de la résistance sont 3,59 ohms et 3,46 ohms.

IV. *Rôle de la force électromotrice appliquée aux bornes des électrodes.*

Dans les expériences qui suivent, la durée de passage du courant a varié de $\frac{1}{15}$ à $\frac{1}{3}$ de seconde environ; la résistance ne dépendant pas de cette durée, il semble qu'on doive écarter toute explication qui fasse intervenir des actions thermo-électriques.

Si e est la force électromotrice, i l'intensité, la courbe en e, i part de l'origine avec une inclinaison assez forte.

Tantôt elle est tout d'abord rectiligne, puis un coude brusque l'amène à une branche parabolique à grande courbure ($i = ae^2 + be + c$). Ceci a lieu avec des contacts un peu instables, à électrodes peu serrées et constituées toutes deux par des pointes. Tantôt, au contraire, la courbe a, dès l'origine, une allure parabolique ($i = ae^2 + be$); le coude s'efface et, pour des intensités voisines de 1 ampère, les courbes des deux catégories deviennent parallèles.

Aux fortes pressions, on obtient toujours des courbes de la seconde catégorie qui sont d'autant plus voisines d'une droite que la pression et la surface des électrodes sont plus grandes.

En général, la courbe est symétrique par rapport à l'origine, au moins dans sa partie parabolique. Cependant, lorsque les deux électrodes sont des pointes, on constate des dissymétries assez marquées qui s'accentuent avec l'intensité et se manifestent souvent, à partir d'une certaine valeur de i, par un glissement de la branche parabolique parallèlement à l'axe des ordonnées.

PHYSIQUE. — *Sur les longueurs d'onde des raies du krypton.* Note de MM. H. **Buisson** et Ch. **Fabry**, présentée par M. Deslandres.

La Métrologie a besoin de radiations monochromatiques pour les mesures interférentielles de longueurs. Seules les raies très fines peuvent être utili-

sées, leur largeur limitant les longueurs mesurables ; il est d'autre part désirable qu'elles soient dépourvues de satellites. On a jusqu'ici utilisé surtout les radiations du cadmium, parmi lesquelles la raie rouge, seule, est pleinement satisfaisante, la verte et surtout la bleue étant accompagnées de satellites.

Nous avons récemment indiqué (¹) que les gaz rares de l'atmosphère, surtout les plus lourds, donnent des lignes extrêmement fines. Le néon, employé à la température ordinaire, permet, d'après nos mesures, d'observer des interférences jusqu'au numéro d'ordre 324000; plusieurs de ses raies ont été mesurées interférentiellement par M. Priest au Bureau of Standards de Washington et par M. Pérard au Bureau international des Poids et Mesures (²). On est limité, pour l'utilisation de ces raies, à des différences de marche de l'ordre de 16^{cm}. Des raies plus fines sont désirables dans beaucoup de cas. C'est ce que nous avons obtenu au moyen des radiations du krypton, qui permettent d'atteindre des ordres d'interférence de 600000, et même de 950000 en refroidissant le tube à gaz par un bain d'air liquide, ce qui donne une différence de marche de 53^{cm}, valeur la plus élevée qui ait été observée jusqu'ici dans un phénomène d'interférence d'ondes lumineuses.

Ayant eu récemment à mesurer un étalon interférentiel de 100^{mm} d'épaisseur, construit par M. Jobin pour la Chambre des Poids et Mesures de l'Empire de Russie, nous avons été amenés à employer ces raies du krypton, et pour cela à en déterminer d'abord les longueurs d'onde. Le krypton donne deux lignes intenses dans le spectre visible, une verte et une jaune. Nous les avons comparées à la raie rouge du cadmium en mesurant des diamètres d'anneaux produits par des lames argentées à faces parallèles (³). Comme valeur approchée servant de point de départ, on a pris les nombres donnés par Runge (⁴) et l'on a obtenu des valeurs de plus en plus exactes en utilisant des interférences produites par des épaisseurs de $2^{mm},5$, 15^{mm} et 25^{mm}. On peut alors passer à l'étalon de 100^{mm} (200^{mm} de différence de marche).

Pour cette dernière mesure, on a d'abord comparé l'étalon de 100^{mm} avec celui de 25^{mm}, par la méthode des franges de superposition (⁵); comme

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1224; *Journal de Physique*, juin 1912.

(²) Priest, *Bulletin of the Bureau of Standards*, vol. VIII, nº 4; 1911. — Pérard, *Comptes rendus*, t. 154, 24 juin 1912.

(³) Fabry et Perot, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXV, janvier 1902.

(⁴) *Astrophysical Journal*, vol. X, 1899, p. 73.

(⁵) Perot et Fabry, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XVI, mars 1899.

le rapport des deux épaisseurs est très peu différent de 4, la comparaison est faite directement, en inclinant l'un des étalons jusqu'à amener la frange centrale blanche sur la normale à l'autre. Connaissant l'épaisseur exacte de l'étalon de 25^{mm} et mesurant l'angle d'inclinaison, on obtient l'épaisseur de l'étalon de 100^{mm} avec une approximation d'une petite fraction de micron. Les interférences produites par les radiations verte et bleue du cadmium ne sont pas utilisables avec cet étalon, mais les anneaux de la radiation rouge sont encore bien nets (numéro d'ordre 310900); l'ordre d'interférence peut être calculé en utilisant l'épaisseur approchée qu'on vient d'obtenir, mais avec une approximation qui n'est pas tout à fait suffisante pour fixer avec une pleine certitude le numéro d'un anneau. Utilisant alors les raies du krypton dont les longueurs d'onde viennent d'être déterminées, on peut avoir l'ordre d'interférence avec certitude, et par suite connaître l'épaisseur exacte. La comparaison des ordres d'interférence observés avec le cadmium et avec le krypton donne alors, avec un haut degré de précision, les longueurs d'onde des lignes du krypton. L'influence des changements de phase introduits par réflexion sur l'argent s'élimine en combinant les mesures faites sur les grandes épaisseurs avec celles faites sur les petites.

Les valeurs définitives des longueurs d'onde des lignes du krypton dans l'air à 15° et pression normale, rapportées à la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium donnée par Benoît, Fabry et Perot, sont :

5570,2908
5870,9172

avec une approximation de quelques unités sur le dernier chiffre.

Le tube à krypton a l'avantage de fonctionner sans chauffage; les deux raies peuvent être séparées sans appareil dispersif par l'emploi de cuves absorbantes (chlorure de didyme pour absorber la raie jaune; éosine pour absorber la verte). Les deux raies sont dans une région du spectre très favorable aux observations visuelles, et sont, à ce point de vue, supérieures à la raie rouge du cadmium. A peu de distance de la raie verte se trouve une raie plus faible ($\lambda = 5563$), qu'on peut séparer par dispersion, mais qui est assez faible pour n'être pas gênante.

OPTIQUE. — *Séparation des effets lumineux et calorifiques produits par une source de lumière.* Note de M. **Dussaud**, transmise par M. Branly.

Chacun sait que la lumière des sources lumineuses est malheureusement accompagnée d'une énorme quantité de chaleur, à la fois coûteuse et gênante. Cette chaleur est absorbée en très notable proportion par les substances transparentes des systèmes optiques de concentration, dans tous les appareils d'optique; c'est à la fois un avantage et un inconvénient. C'est un avantage dans les premiers instants d'un éclairement, car, si la matière du système condensateur laissait passer la chaleur aussi facilement que la lumière, l'objet sur lequel se ferait la concentration, cliché par exemple, serait presque instantanément brûlé; c'est, d'autre part, un inconvénient, après les premiers instants de l'éclairement, car la matière absorbante peut éclater par son propre échauffement et son rayonnement calorifique propre devient à son tour dangereux.

Je suis parvenu à supprimer l'inconvénient en conservant l'avantage, et la suppression de l'inconvénient a exalté l'avantage.

La source, arc électrique si l'on veut, est fixe. J'emploie pour la concentration un groupe de systèmes optiques qui se succèdent automatiquement, en prenant exactement une même place fixée par un réglage. Chacun d'eux ne travaille que pendant un temps assez réduit pour ne s'échauffer que très peu. Par son déplacement, il se refroidit complètement pendant l'intervalle où il reste inactif. La diminution considérable de l'échauffement d'un condensateur permet de le disposer à une distance de la source beaucoup plus faible qu'à l'ordinaire. En rendant la distance focale deux fois plus courte, je parviens à faire usage de sources lumineuses moins étendues et parfois dix fois moins coûteuses.

J'ajoute que l'arc est emprisonné entre un condensateur optique à l'avant et un miroir concave à l'arrière; tous les deux sont mobiles, tous les deux sont à foyer deux fois plus court que les foyers habituels. La lumière utilisée est aussi peu chaude que cela est nécessaire et le peu de chaleur qui est communiqué au système optique est dispersé pendant son déplacement dans le milieu environnant, en dehors de l'objet éclairé.

Ma lumière, rendue pratiquement froide par la séparation de l'effet lumineux et de l'effet calorifique, apporte une grande simplification à de nombreux modes d'éclairage : projections, phares, cinématographes (clichés en celluloïd), microscopes (projection des préparations microscopiques les plus délicates), télégraphie optique.

J'ai appliqué ma méthode à des sources chaudes, riches en rayons ultraviolets, avec des systèmes optiques transparents pour l'ultraviolet.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Cinématographie des cordes vocales et de leurs annexes laryngiennes.* Note [1] de M[lle] L. Chevroton et M. F. Vlès, présentée par M. d'Arsonval.

A la demande du D[r] Marage nous avons entrepris, dans le laboratoire du professeur François-Franck, au Collège de France, une série d'expériences cinématographiques sur les mouvements des cordes vocales et de leurs annexes laryngiennes chez l'homme.

Nous avons pu fixer une technique qui nous fournit des films d'images laryngiennes correctes et permettant, dès maintenant, soit de reconstituer à la projection les diverses phases des principaux mouvements glottiques, soit d'effectuer des mesures, jusqu'ici à peu près inabordables, sur les variations des éléments laryngiens.

Le sujet étudié dans nos expériences a été M[me] Marage elle-même, qui a bien voulu se prêter avec une patience inépuisable à des explorations parfois pénibles, et dont la collaboration nous a été des plus précieuses.

Historique. — La cinématographie laryngienne chez l'Homme n'a jamais été réussie à notre connaissance, ni même scientifiquement abordée. Par contre, des essais de photographie de la glotte en position fixe ont été faits par de nombreux auteurs (Czermack, Stein, French, Wagner, Brown, Blucke, J. Cadett, Garel); il ne paraît pas cependant que leurs résultats soient décisifs, et la plupart des photographies, à l'exception toutefois des stéréogrammes de Garel, semblent assez défectueuses.

Le problème était donc loin d'être entièrement résolu, même au point de vue photographique, quand nous l'avons abordé.

Technique. — La technique que nous avons employée est très simple (*fig.* 1). Au devant de l'objectif on dispose deux prismes isoscèles rectangles PP′, accolés par leurs hypoténuses, et formant un ensemble analogue au *cube* de Lummer et Brodhun. Cet appareil permet, par une manœuvre facile à concevoir, de centrer sur l'axe optique de l'objectif un fort faisceau de lumière issu d'un arc A, et envoyé latéralement aux prismes par une lentille condensatrice L. Du fait de cette liaison invariable entre le faisceau d'éclairement et le faisceau d'utilisation qui sont confondus, la manœuvre du miroir laryngoscopique est particulièrement facilitée ; l'opérateur qui le conduit n'a plus qu'à rectifier la position de ce miroir par rapport au champ photographique, ce qu'il fait en suivant sur le film même, pendant toute la durée des prises de vues (grâce à un prisme à réflexion totale *p* placé en arrière du film) [2], la formation des images laryngiennes.

---

[1] Présentée dans la séance du 10 mars 1913.

[2] L. Chevroton, *Comptes rendus Soc. Biol.*, 27 février 1909.

Le sujet émettait la voyelle *e* sur des notes variées, principalement en *voix de tête*, et pouvant aller jusqu'aux limites extrêmes de son registre, avec des intervalles d'inspiration.

Résultats. — Les mesures ne sont encore qu'à leur début et nous ne pouvons qu'indiquer d'une façon purement préliminaire les résultats de nos premières recherches; nous n'avons abordé, pour le moment, que les rapports entre le repos et l'émission (*fig.* 2).

1° Les dimensions apparentes de la plupart des éléments laryngiens subissent, en passant de la respiration à la phonation, dans les conditions indiquées plus haut, une

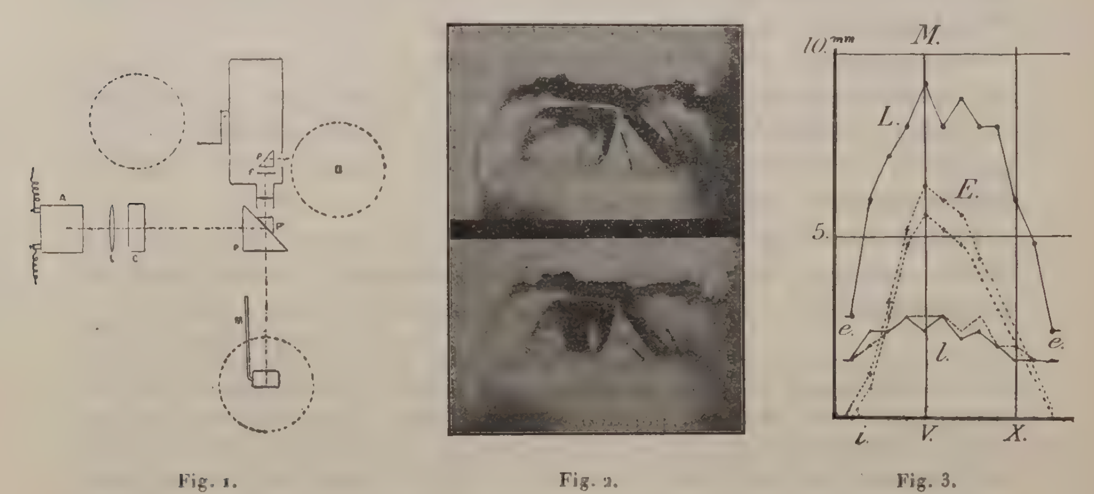


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. — Schéma du dispositif en projection horizontale.

A, arc de 40 ampères sur 65 volts; L, lentille condensatrice; C, cuve à eau; P, P', prismes; S, sujet; M, miroir laryngoscopique; *f*, film; *p*, prisme d'observation; I et II, opérateurs. — Objectif Tessar Zeiss 75^{mm}, *f* : 3,5.

Fig. 2. — Deux images du film.

Cordes vocales à l'émission (en haut) et à l'inspiration (en bas).

Fig. 3. — Variations des éléments laryngiens : courbes correspondant au tableau.

Abscisses : images successives. Ordonnées : dimensions en millimètres.

réduction notable. Le sens du phénomène est connu qualitativement depuis longtemps. Les mesures effectuées sur la longueur apparente des cordes vocales ont actuellement peu d'intérêt en elles-mêmes, du fait que nous ignorons encore la part exacte, dans leur raccourcissement, due au masquage des cordes par d'autres éléments (épiglotte, bord aryténoïdien), par une contraction générale des régions laryngiennes supérieures, ou par des basculements cricoïdiens; les mesures de largeur des cordes qui sont indépendantes de ces causes d'erreur, ont par contre un bien plus grand intérêt.

D'une manière sensiblement générale, le maximum de largeur des cordes coïncide avec leur maximum de longueur apparente, leurs phases de repos et de plus grand écartement (inspiration); au point de vue des images, avec leur maximum de netteté.

Inversement, le minimum de largeur des cordes coïncide avec leur minimum de longueur apparente, leurs phases d'émission, et par conséquent de jonction, et leur minimum de netteté (dû visiblement aux vibrations rapides dont elles sont le siège).

Variations des éléments laryngiens pendant une série de 12 images successives (fig. 3).

Phases.	Dimensions transversales maxima des deux cordes (*l*).		Longueur *apparente* des cordes (L).	Écart des cordes à leurs deux extrémités *apparentes* (E). Extrémité aryté-noïdienne.	Extrémité épiglot-tique.
	mm	mm	mm	mm	
Émission (*e*).........	1,6	1,6	2,8	<0,4	0
Début d'inspiration....	2,4	2,0	6,0	1,2	0,8
	2,4	2,4	7,2	3,2	2,8
	2,8	2,8	8,0	5,2	4,8
Maximum (M)........	2,4	2,8	9,2	6,4	5,6
	2,8	2,8	8,0	6,0	5,2
	2,2	2,4	8,8	5,6	4,8
	2,4	2,8	8,0	4,4	»
	2,0	2,0	8,0	»	»
	1,6	2,0	6,0	»	»
Fin de l'inspiration....	1,6	1,6	4,8	»	»
Émission.............	1,6	1,6	2,4	0	0

Les sons émis, ayant atteint par instants les notes les plus aiguës du registre du sujet, les Tableaux ci-dessus nous donnent un ordre de grandeur pour les limites de variations physiologiques de la largeur des cordes dans le cas étudié (soprano) :

Limite supérieure........................... $3^{mm},2$
Limite inférieure........................... $1^{mm},6$

ou même $1^{mm},4$ dans les lignes nodales.

2° A chaque modification brusque et profonde de régime (passage de l'inspiration à la phonation et réciproquement, coups de glotte) les cordes paraissent être le siège de transformations ondulatoires de grande amplitude et de faible durée amenant la production de ventres (4,3 ou 2) et se traduisant par la production d'images multiples de la source. Il s'agit vraisemblablement d'un dischronisme entre les divers muscles pendant la modification de régime, aboutissant, soit du fait des secousses musculaires elles-mêmes, soit du fait des variations de force vive imposées à la colonne d'air, à des ébranlements sur les cordes insuffisamment tendues entre leurs insertions. Le phénomène affectait une seule corde, sans spécificité d'un côté donné, et durait un temps très court, de 0,1 à 0,8 seconde.

Il est vraisemblable que l'application de notre technique pourra conduire à des résultats intéressants pour la physiologie et la pathologie laryngiennes (décomposition des vibrations des cordes, formation des voyelles laryngiennes, arythmies diverses, etc.).

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la formation de la graisse aux dépens des matières albuminoïdes dans l'organisme animal.* Note de M. **G. Lafon**, transmise par M. A. Chauveau.

La plupart des physiologistes admettent actuellement que les divers principes immédiats alimentaires : matières grasses, principes albuminoïdes, hydrates de carbone, peuvent donner de la graisse au sein de l'organisme et accroître les réserves adipeuses lorsqu'ils sont donnés en excès dans l'alimentation.

En ce qui concerne l'albumine, sa transformation en graisse est considérée comme résultant soit d'un dédoublement (Gautier), soit d'une oxydation (Chauveau).

Cette dernière opinion est appuyée sur l'observation de l'accroissement de la quantité d'oxygène consommé, par rapport à la consommation du jeûne, chez l'animal recevant des aliments azotés (A. Chauveau, *Comptes rendus*, 4 février 1907, p. 237).

La formation de graisse aux dépens de l'albumine semble avoir été démontrée notamment par Kaufmann (*Arch. de Physiol.*, 1896, p. 341 et 767), d'après lequel l'oxygène consommé, le CO^2 produit et la chaleur dégagée, mesurée au calorimètre, chez un chien recevant une forte ration de viande, sont inférieurs aux valeurs calculées à partir de l'albumine détruite, évaluée d'après l'azote total urinaire éliminé dans le même temps. La différence serait due à la formation de la graisse.

Mais les expériences de M. Kaufmann n'ont duré que 5 heures.

D'autre part, ces expériences ne mettent pas en évidence l'augmentation de la consommation d'oxygène sous l'influence des aliments azotés, et l'on conçoit que cette augmentation influe considérablement sur le rendement de ces aliments en graisse.

C'est peut-être là qu'il faut voir l'explication des résultats de Kumagawa (*Maly's Iahresb.*, t. 24, 1895, p. 41), qui est allé jusqu'à nier complètement la participation de l'albumine à la formation de la graisse, et de Erwin Voit (*Munch. med. Woch.*, n° 26, 1892) qui, ayant refait les anciennes expériences de Pettenkofer et C. Voit, conclut que si l'albumine concourt à la formation de la graisse, sa participation est beaucoup moindre qu'on ne l'avait pensé tout d'abord.

Ce sont les conditions de cette mise en réserve de graisse que nous avons cherché à préciser. Nos expériences ont porté sur un chien de 10^{kg} recevant une ration quotidienne de 1200^{g} de viande, sur lequel nous avons déter-

miné, pendant deux périodes de 7 jours chacune, l'azote total urinaire et les échanges respiratoires des 24 heures.

Nous nous étions assuré, par une expérience préalable, que l'équilibre nutritif était obtenu chez cet animal avec une ration de 700^g de viande.

Or, avec la ration de 1200^g de viande, il y a eu sensiblement égalité entre l'oxygène consommé et le CO^2 produit et leurs valeurs théoriques calculées à partir de l'albumine détruite.

Ration.	Albumine dépensée en 24 heures.	O^2 consommé.	CO^2 produit.
1200^g de viande	190^g,625	206^l,070	172^l,330
Combustion directe de 190^g,625 d'albumine		202^l,607	165^l,462

Ce résultat nous paraît tenir aux transformations intra-organiques de l'albumine et à la dépense supplémentaire liée à ces transformations.

Si l'on admet, en effet, avec M. Chauveau, que l'albumine n'est apte à alimenter le travail physiologique des tissus que sous forme de glucose et que dans cette transformation le rendement est de 80 pour 100, il y a lieu de remarquer que les 190^g,625 d'albumine dépensés pouvaient donner 152^g,50 de glucose, correspondant à 563^{cal},250. Or cette énergie représente précisément la dépense de l'animal à jeun.

O^2 consommé en 24^h chez l'animal à jeun	122^l,600
Énergie correspondante	563^{cal},960 (1)
Énergie produite par la combustion de 152^g,50 de glucose	563^{cal},250 (1)

Pour obtenir une mise en réserve de graisse aux dépens de l'albumine, il faudrait, sans doute, que l'énergie utile représentée par le glucose formé fût supérieure à l'énergie nécessaire à l'entretien du travail physiologique. Or les résultats expérimentaux, que nous ne pouvons pas rapporter ici en détail, nous montrent que la dépense liée au travail physiologique augmente elle-même avec la richesse de l'alimentation en matières azotées, ce qui diminue encore la valeur de l'albumine comme source de réserves adipeuses.

On voit ainsi que *la formation de la graisse aux dépens des matières albuminoïdes, si elle est théoriquement possible, est une opération physiologique-*

(1) En admettant que le coefficient thermique de l'oxygène chez l'animal à jeun est de 4^{Cal},6 et que la chaleur de combustion du glucose est de 3^{Cal},692.

ment très onéreuse à cause des transformations intra-organiques de l'albumine et de la perte corrélative d'énergie qui en résulte.

Cette conclusion serait encore vraie si l'albumine se transformait directement en graisse, et dans ce cas, on ne peut admettre qu'une transformation par oxydation qui rende compte de l'excès d'oxygène consommé, au lieu de se transformer en glucose, mais le bilan des échanges nutritifs s'accorde moins bien avec cette hypothèse qu'avec celle de la formation du glucose.

Il s'ensuit que l'organisme ne tire parti que d'une portion relativement restreinte de l'énergie potentielle de l'albumine dépensée et que la valeur nutritive de l'albumine, considérée comme aliment de l'énergie, doit se mesurer, non à la totalité de l'énergie potentielle qu'elle renferme, mais seulement à l'énergie représentée par le glucose qui en dérive, conformément à la théorie de l'équivalence isoglycosique des principes alimentaires soutenue par M. Chauveau.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Conditions de respirabilité des particules virulentes obtenues par la pulvérisation liquide.* Note de M. **P. Chaussé**, présentée par M. Roux.

Dans la tuberculose nous entendons par *respirabilité* la possibilité, pour les particules, de pénétrer dans les régions les plus profondes de l'appareil respiratoire, c'est-à-dire dans les divisions bronchiques terminales non ciliées, ou les alvéoles. Il y a, pour nous, diverses raisons de croire que tous les bacilles qui se déposent sur l'épithélium vibratile sont balayés vers l'extérieur et ne peuvent être pathogènes; au contraire, lorsque l'agent se fixe sur le revêtement non cilié, il y séjourne et exerce une action toxique locale qui est le début de l'inflammation caséeuse. Les particules respirables sont donc celles qui sont pathogènes par inhalation.

La respirabilité dépend de conditions purement physiques; elle est sans rapports avec la résistance de l'individu ou de l'espèce. Durant leur transport dans les voies aériennes, à une vitesse d'environ 3^m par seconde, les particules seront arrêtées par diverses causes si elles ne satisfont à certaines conditions de légèreté et si elles dépassent la dimension des derniers segments bronchiques. Quelques expériences nous ont permis d'apprécier approximativement les conditions de respirabilité des particules.

Première méthode. — Cette méthode consiste à étudier comment se comportent les particules envoyées par un courant aérien dans un tube droit ou présentant des

coudures multiples analogues à celles qui existent dans les voies respiratoires; en faisant varier les conditions expérimentales, il nous a été possible de faire les constatations suivantes :

1° Durant leur transport, les particules les plus volumineuses se déposent sur la face inférieure du tube sous l'action de la pesanteur;

2° Les particules de $50^{\mu\mu}$ sont transportables par un courant d'air de 20^{cm} par seconde; celles de $30^{\mu\mu}$ par un courant de 10^{cm}; les particules très fines ($2^{\mu\mu}$ à $15^{\mu\mu}$ environ) par des déplacements d'air insignifiants dont la détermination précise n'a pas d'intérêt pratique;

3° Les particules très fines *se réfléchissent* sur les obstacles rencontrés, tant que la vitesse de translation est inférieure à 15^{m} environ par seconde; il y a à cela des raisons mathématiques sur lesquelles il est inutile d'insister;

4° L'élimination des grosses et moyennes particules (au-dessus de $30^{\mu\mu}$) est d'autant plus certaine que la vitesse de transport est plus grande et que les coudes du conduit sont plus nombreux; si cette vitesse diminue, une autre cause d'arrêt intervient plus efficacement : la pesanteur;

5° Si l'on interpose dans le tube un réticulum très lâche, en coton, réalisant un peu la disposition des vibrisses nasales, on réduit fortement le débit par la fixation des plus grosses gouttelettes;

6° Les particules de $2^{\mu\mu}$ à $25^{\mu\mu}$ environ sont susceptibles de parcourir, avec une vitesse de $2^{m},50$, un tube ayant une dizaine de coudures de 60°, ce qui est à peu près le cas pour les voies respiratoires. *Nous en déduisons qu'elles peuvent être inhalées; mais les plus volumineuses d'entre elles ont de faibles chances de parvenir aux alvéoles, en raison de leurs dimensions.*

Deuxième méthode. — Dans notre première Note sur la pulvérisation liquide (voir *Comptes rendus*, 24 février 1913), nous avons vu que les particules de $2^{\mu\mu}$ à $15^{\mu\mu}$ sont les seules qui, projetées par l'appareil pulvérisant avec une grande vitesse initiale, dépassent la distance de $2^{m},50$; quand on fait une pulvérisation de virus tuberculeux en dilution liquide, cette constatation permet donc de soumettre un lot de cobayes à l'inhalation des fines gouttelettes et un autre à l'inhalation de l'ensemble des particules. Le dénombrement des lésions produites, chez les uns et chez les autres, après un délai de 30 jours, renseignera sur la respirabilité des particules en chaque point. Il faut cependant que le local soit assez petit (13^{m^3}) pour que la réflexion des vagues aériennes, sur les parois, réalise une répartition à peu près uniforme de toutes les fines particules.

Dans ces conditions, on constate que l'infection obtenue est sensiblement identique chez les deux lots d'animaux. Il faut en déduire que les particules de $2^{\mu\mu}$ à $15^{\mu\mu}$ environ sont les seules respirables.

Troisième méthode. — Nos précédentes recherches nous ont également montré la possibilité de séparer les particules liquides d'après leur temps de suspension. Si, par conséquent, nous avons dans notre salle d'expériences, où nous allons pulvériser du virus tuberculeux, un lot de cobayes exposé à l'inhalation de toutes les gouttelettes, et plusieurs autres lots de cobayes placés dans des caisses métalliques étanches et

ouvrables de l'extérieur à un délai déterminé après la pulvérisation, nous pourrons comparer chez les uns et chez les autres l'infection obtenue et en tirer des conclusions relatives à la respirabilité des gouttelettes.

En opérant ainsi, nous obtenons une infection à peu près égale chez les animaux recevant la totalité des particules et chez ceux qui sont exposés 5 minutes après la pulvérisation liquide virulente; or, la quantité de bacilles reçue par ces derniers est 500 fois moindre.

Nous devons en conclure à nouveau que, seules, les particules pouvant rester suspendues quelques minutes sont respirables.

Conclusions. — Ces diverses méthodes concourent à nous démontrer que, seules, les particules très fines ($2^{\mu\mu}$ à $15^{\mu\mu}$ environ) sont pathogènes par inhalation. Mais il s'agit là, incontestablement, de particules instantanément desséchées; c'est ce qui nous explique à la fois leur transportabilité très grande, leur temps de suspension prolongé et leur respirabilité, toutes propriétés qui sont étroitement solidaires et se ramènent, en réalité, à une seule. Les particules dont il s'agit sont tellement légères, en partie par suite de leur dessiccation, qu'elles obéissent à la moindre force aérienne et suivent la colonne d'air dans les voies respiratoires en se réfléchissant à tous les changements de direction; elles font, en quelque sorte, partie intégrante de l'air inspiré.

Par conséquent, *lorsque l'on fait de l'inhalation expérimentale de virus tuberculeux liquide, l'infection a lieu réellement par des particules sèches.*

De ceci nous pouvons conclure que *la théorie de la contagion tuberculeuse par les particules liquides ne peut être exacte pour les gouttelettes et les vésicules, lesquelles, selon les élèves de Flügge, ne sont projetées qu'à* 1^{m} *ou* $1^{m},50$ *du malade en raison de leur poids; cette thèse pourra être admise sous une autre forme si l'on démontre que le tuberculeux émet des particules liquides assez fines pour se dessécher instantanément et rester suspendues dans l'air.*

Quelques autres expériences nous ont indiqué, d'autre part, que les conditions de respirabilité sont les mêmes dans les diverses espèces et que la quantité inhalée est proportionnelle à la capacité respiratoire.

En ce qui concerne les virus, dont l'action pathogène n'est pas aussi étroitement liée à leur accession à l'alvéole pulmonaire, ou aux ramifications bronchiques immédiatement voisines, les conditions de respirabilité sont évidemment beaucoup plus larges.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La réversibilité des actions fermentaires : Émulsine et méthylglucoside* β. Note de MM. Em. Bourquelot et Em. Verdon.

La doctrine de la réversibilité des actions fermentaires n'a été étudiée jusqu'ici avec précision que dans l'action de l'émulsine des amandes sur le glucose *d* en solution dans l'alcool éthylique et sur l'éthylglucoside β en solution dans le même alcool.

Il a été démontré :

I. Que l'émulsine peut déterminer l'union du glucose avec l'alcool pour former l'éthylglucoside β et hydrolyser cet éthylglucoside en ses deux composants : glucose et alcool éthylique (1).

II. Que si l'on fait agir séparément, dans de l'alcool éthylique de même titre, de l'émulsine sur du glucose *d*, d'une part, et sur de l'éthylglucoside β, d'autre part, le glucose libre, dans le premier cas, et le glucose combiné, dans le second, étant en quantités égales, les deux réactions (synthétisante et hydrolysante) s'arrêtent alors que la composition des deux solutions est devenue identique, c'est-à-dire alors qu'elles renferment les mêmes proportions de glucose et d'éthylglucoside β (2).

III. Que si, dans les expériences précédentes (II), on fait varier les proportions d'émulsine ajoutée aux solutions, cela ne change rien à la composition que présenteront les solutions au moment de l'arrêt des réactions. On atteint le même état d'équilibre qui ne dépend, dans des alcools de même titre, que des proportions de glucose et d'éthylglucoside β en présence (3).

Ces résultats ne peuvent se concevoir qu'en admettant qu'un seul ferment intervient dans les réactions et que l'action de ce ferment est réversible.

Il nous a paru qu'il ne serait pas sans intérêt, ne fût-ce que pour s'assurer que ces conclusions sont générales, de soumettre aux mêmes recherches l'action de l'émulsine sur un autre alcoolglucoside β, le méthylglucoside β, par exemple.

---

(1) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Comptes rendus*, séances du 20 mai 1912, p. 1375 et du 17 juin 1912, p. 737.

(2) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Comptes rendus*, séance du 22 juillet 1912, p. 319.

(3) Em. Bourquelot et J. Coirre, *Comptes rendus*, séance du 24 février 1913, p. 643.

Dans une première série d'expériences, on a institué les essais suivants d'hydrolyse et de synthèse dans des alcools méthyliques à 40 et 80 pour 100 en poids.

A_1. — *Hydrolyse.*

Méthylglucoside β 0g,5440
Alc. méthylique à 40 p. 100, q. s. pour 50cm³

A_2. — *Synthèse.*

Glucose 0g,5047
Alc. méthylique à 40 p. 100, q. s. pour 50cm³

B_1. — *Hydrolyse.*

Méthylglucoside β 0g,5397
Alc. méthylique à 80 p. 100, q. s. pour 50cm³

B_2. — *Synthèse.*

Glucose 0g,5007
Alc. méthylique à 80 p. 100, q. s. pour 50cm³

Les proportions de glucose de A_2 et de B_2 sont, comme on le voit, égales à celles qui entrent dans la composition du méthylglucoside β en A_1 et B_1.

On a pris la rotation initiale des solutions ($l = 2$), puis on a ajouté, à chacune d'elles, 0g,30 d'émulsine et on les a abandonnées à la température du laboratoire (+16° à +19°), jusqu'à l'arrêt de la réaction. Voici les résultats de ces essais :

	Rotation initiale.	Rotation à l'arrêt.	Sucre réducteur à l'arrêt.	Durée de la réaction.
A_1	−42′	−6′	0g,194	8 à 12 jours
A_2	+64	−6	0,194	12 à 16 »
B_1	−46	−34	0,0535	4 à 8 »
B_2	+70	−34	0,0545	20 à 24 »

Ainsi donc, comme dans les expériences effectuées avec l'alcool éthylique, pour les alcools méthyliques de même titre, si l'on emploie des quantités correspondantes de glucose et de méthylglucoside β, la synthèse et l'hydrolyse atteignent, avec l'émulsine, le même état d'équilibre.

Pour étudier ces processus en faisant varier les proportions d'émulsine, on a opéré sur des alcools méthyliques de différents titres (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 et 95 pour 100, en poids) renfermant, pour 100cm³, 1g de glucose *d*.

Avec chacune de ces solutions, ont été faits trois essais dans lesquels, la quantité de solution étant de 100cm³, on a employé 0g,20, 0g,40 et 0g,60 d'émulsine; soit trente essais qui ont été abandonnés à la température du laboratoire (16° à 20°).

La rotation a été prise tous les quatre jours, jusqu'à l'arrêt de la réaction, arrêt constaté par l'égalité de deux rotations observées successivement. Le sucre réducteur n'a été dosé qu'après l'arrêt ainsi constaté.

Dans le Tableau suivant sont rassemblés les principaux résultats de ces essais :

	Émulsine : 0g,20.		Émulsine : 0g,40.		Émulsine : 0g,60.	
Titre de l'alcool.	Rotation finale.	Sucre réducteur.	Rotation finale.	Sucre réducteur.	Rotation finale.	Sucre réducteur.
	′	g	′	g	′	g
10	+42	0,803	+42	0,792	+42	0,839
20	+28	0,634	+26	0,638	+26	0,638
30	+14	0,504	+10	0,504	+10	0,517
40	— 4	0,401	— 2	0,392	— 2	0,394
50	— 8	0,319	—10	0,311	—10	0,311
60	—16	0,248	—16	0,243	—16	0,241
70	—24	0,174	—24	0,174	—22	0,174
80	—32	0,120	—32	0,117	—32	0,120
90	—38	0,087	—40	0,602	—40	0,061
95 (1)	—22	»	—42	0,046	—40	0,057

Ces expériences démontrent donc que non seulement la proportion de méthylglucoside formé croît avec le titre de l'alcool méthylique, mais encore que l'augmentation de la quantité d'émulsine est sans influence sur la limite à laquelle on aboutit avec un alcool méthylique de titre déterminé.

Ce qui varie, c'est le temps de la réaction, qui est d'autant plus court que la proportion d'émulsine est plus forte. A cette variation se rattachent d'ailleurs d'autres questions qui seront examinées dans un autre Recueil, en même temps que la variation elle-même.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur les composés phosphorés formés par l'*Amylomyces Rouxii. Note (2) de M. **R. Goupil**, présentée par M. Roux.

On peut extraire de l'*Amylomyces Rouxii*, du phosphore combiné sous trois états différents : deux formes organiques nettement distinctes l'une de l'autre et une forme minérale (orthophosphates).

Les composés organiques apparaissent comme des constituants normaux du tissu de l'être vivant, leur élaboration correspond à la période d'activité du végétal; les phosphates minéraux, au contraire, résultent de la dégra-

(1) L'action qui se poursuit depuis 4 mois pour les deux premiers essais et depuis 2 mois pour le troisième ne paraît pas encore terminée.

(2) Présentée dans la séance du 17 mars 1913.

dation du phosphore organique pendant le vieillissement de la mucorinée.

Les deux formes organiques se différencient entre elles par leur mode d'extraction, l'une étant soluble dans l'éther, l'autre ne se dissolvant que dans les alcalis.

a. Forme soluble dans l'éther. — On la sépare du végétal en traitant le mycélium, broyé et desséché, par l'éther anhydre, dans un appareil Soxhlet. L'extractif ainsi obtenu ne renferme pas que la combinaison phosphorée, il se dissout en même temps des matières grasses dont la proportion augmente rapidement avec le développement de la mucorinée; on peut, en traitant par l'alcool, séparer la majeure partie des glycérides; la partie soluble donne les réactions attribuées à la lécithine d'œuf.

Ce composé phosphoré est bien de nature organique, l'extractif convenablement purifié ne renferme pas de phosphates minéraux dissous ou en suspension dans la masse.

De plus, dans les conditions de vie où se trouve placé l'*Amylomyces*, c'est-à-dire en milieu aqueux, il est impossible d'admettre la présence de métaphosphates alcalins (1); ces sels instables, produits de déshydratation et de calcination, ne pourraient prendre naissance, ni se maintenir dans de pareilles conditions; par contre, l'alcoolyse méthylique (2) en milieu chlorhydrique libère, de l'extractif éthéré, une combinaison organique du phosphore, où celui-ci n'apparaît aux réactifs qu'après destruction de la molécule par l'acide nitrique fumant.

L'alcoolyse est pratiquée comme l'indique son auteur, jusqu'à l'éthérification méthylique des acides gras; on traite ensuite par le carbonate de chaux, pour détruire l'acide en excès, puis on ajoute de l'eau de chaux jusqu'à légère réaction alcaline; il se forme un précipité qu'on sépare. Après lavage à l'alcool pour enlever la glycérine et autres produits solubles; on dessèche dans le vide. On obtient une matière blanche, soluble dans l'eau, possédant les propriétés du glycérophosphate de chaux.

La nature du milieu n'influence pas sensiblement le rendement en phosphore combiné; les cultures sur eau de levure et peptone ont fourni des extractifs dont la teneur en P^2O^5 varie entre 1,5 et 2 pour 100. Le liquide de Raulin neutralisé, un peu moins favorable à l'*Amylomyces* que les précédents milieux, a cependant donné des rendements un peu plus élevés, variant entre 2,2 et 2,9 pour 100.

Si l'on calcule en lécithine (supposée stéarique), la combinaison phosphorée peut représenter 32 pour 100 de l'extractif éthéré et environ 3 pour 100 du poids de la plante sèche.

Le dosage du phosphore est pratiqué, dans tous ces essais, par fusion de la matière avec un mélange oxydant de NO^3K et KOH dans une cap-

(1) Barbieri, *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf et dans les structures biologiques* (*Comptes rendus*, 22 juillet 1912).

(2) Haller, *Comptes rendus*, 1906.

sule d'argent; on précipite par la liqueur molybdique [1] et l'on pèse à l'état de $P^2O^7Mg^2$.

b. Forme soluble dans les alcalis. — On peut encore isoler du végétal, après traitement à l'éther, une autre combinaison organique phosphorée; on l'obtient de la façon suivante : 20g environ de mycélium, ayant déjà subi l'épuisement éthéré, sont traités par 20^{cm^3} de NaOH à 36° Bé, on malaxe 15 minutes, on ajoute 10^{cm^3} d'eau et 10^{cm^3} de chlorure ferrique à 10 pour 100; après agitation on égoutte sur une toile et l'on exprime par torsion; le liquide filtré est mélangé à un égal volume d'alcool à 85°; on neutralise par HCl dilué jusqu'à réaction acide, il se forme un précipité qu'on sépare et qu'on purifie par dissolutions répétées dans la soude, suivies de précipitations par l'alcool chlorhydrique. Après lavage à l'eau distillée, on dessèche à 80°. Le composé obtenu est blanc, insoluble dans l'eau, l'éther, l'alcool, les acides, mais se dissout facilement dans les alcalis. Ce corps ne renferme pas de phosphates minéraux libres, et ne précipite par la liqueur molybdique qu'après destruction par NO^3H fumant; traité à chaud par la phloroglucine en milieu chlorhydrique on voit apparaître la coloration rouge intense attribuée aux acides nucléiques, dont ce corps possède toutes les propriétés, enfin la teneur en phosphore varie entre 8 et 9 pour 100, ce qui établit une nouvelle concordance avec les acides nucléiques des nucléoprotéides.

L'évolution du phosphore lécithiné est liée à la formation du phosphore nucléique; cette première forme semble servir à édifier la seconde, de structure plus complexe. La disparition des lécithines correspond à une teneur maximum en phosphore total; c'est la période du plus grand développement du végétal.

	Poids de plantes sèches (pour 10l).	P^2O^5 calculé en lécithine stéarique pour 100 de végétal.	P^2O^5 total pour 100 de végétal.
Après 5 jours	6g,9	1,432	4,41
» 15 jours	10,0	2,227	6,10
» 1 mois	12,1	2,944	7,25
» 3 mois	13,6	0,851	10,60
» 4 mois	13,1	traces	10,40

Avec le temps, le phosphore nucléique est lentement désassimilé par la plante; il fait retour au milieu de culture sous la forme minérale, directement dosable :

---

(1) D'après Woy, *Ch. Ztg.*, t. XXI, 1897.

	P^2O^5 de la culture (pour 5[l]).	Poids de plante récoltée.	P^2O^5 total de la plante.	P^2O^5 minéral.	P^2O^5 organique (par différence).
Initial	2,085	»	»	»	»
Après 2 mois...	1,411	6,3	0,662	0,050	0,612
» 8 mois...	1,728	6,0	0,348	0,100	0,248
» 10 mois...	1,810	5,9	0,260	0,094	0,166

On a vu qu'à côté des composés phosphorés élaborés par la moisissure, l'extractif contient aussi des glycérides; nous en étudierons l'évolution dans une Note ultérieure.

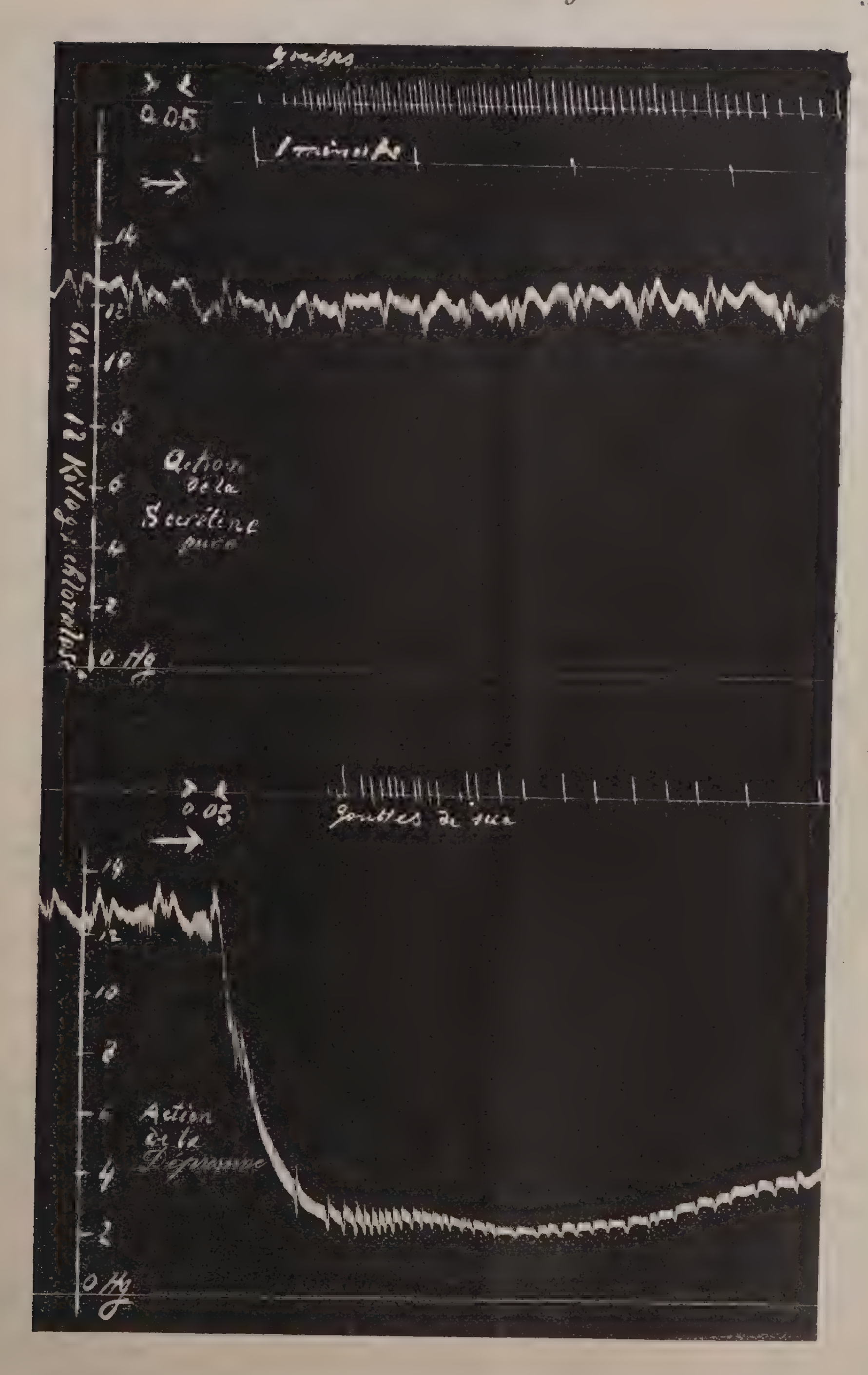
CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A propos de la sécrétine (Bayliss et Starling) et de la vaso-dilatine (Popielski).* Note de MM. **L. Launoy** et **K. Oechslin**, présentée par M. Roux.

Traitée par l'eau acidulée, la muqueuse duodéno-jéjunale laisse passer en solution une substance qui, injectée dans le système circulatoire, provoque la sécrétion du suc pancréatique.

Ce fait a été démontré, en 1902, par Bayliss et Starling ([1]); ils donnèrent à la substance excito-sécrétoire, vraisemblablement contenue dans leur solution, mais non définie et non isolée, le nom de *sécrétine*. Dans le Mémoire classique écrit par eux sur cette découverte, ils annoncent que l'injection de leur solution de sécrétine est immédiatement suivie d'une dépression sanguine; ils estiment qu'à côté de la sécrétine, il existe dans leur solution une *depressor substance* différente de la sécrétine; la *depressor substance* et la *sécrétine* diffèrent par leur solubilité dans l'alcool absolu. Nous voyons en effet (par les tracés 8 et 9, p. 338 de leur publication) qu'on peut obtenir une *sécrétine* sans *depressor substance;* toutefois, ces tracés sont peu concluants; en effet, les solutions de *sécrétine* sans *depressor substance* et les solutions de *depressor substance* sans *sécrétine* diffèrent bien quant à leur action sur la pression sanguine, mais elles sont sensiblement égales quant à leur action excito-sécrétoire. Ces documents paraissent donner raison aux expérimentateurs qui soutiennent, avec M. Popielski, que la sécrétine est identique à la substance dépressive désignée par M. Popielski sous le nom de *vaso-dilatine*. Pour ce dernier, il n'y a pas de sécrétion sans vaso-dilatation et, tout récemment encore, il conclut d'une façon très générale que : « Die Sekretionstätigkeit ist eine Folge der Ungerinnbarkeit des Blutes und der Erweiterung der Blutgefässe ([2]). »

([1]) Bayliss et Starling, *The Journ. of Physiol.*, t. XXVIII, 1902, p. 325.

([2]) Popielski, *Arch. für die Gesam. Physiol.*, t. CL, 1913 (p. 14 du tirage à part).


Gouttes
0.05
1 minute
14
12
10
8
6
4
2
0 Hg
Action de la Sécrétine pure
Chien 12 Kilog. chloralosé
0.05
Gouttes de suc
14
12
10
8
6
4
2
0 Hg
Action de la Dépressine

L'opinion de MM. Bayliss et Starling n'a donc pas été admise par tous les expérimentateurs; dans un travail récent ([1]), M. Matsuo, tout en se rangeant du côté des auteurs anglais, n'apporte aucune expérience propre à conclure d'une façon définitive, soit dans le sens de MM. Bayliss et Starling, soit dans le sens de M. Popielski. La question de savoir si la sécrétine et la vaso-dilatine sont identiques ou différentes reste donc posée tout entière.

Dans une Note préliminaire ([2]), nous avons indiqué une méthode permettant d'obtenir la *sécrétine* à l'état solide. Par des précipitations répétées au moyen de l'alcool absolu des solutions aqueuses de notre *sécrétine*, nous avons finalement obtenu une poudre qui, après dessiccation, se présente avec les caractères suivants : poudre blanche très soluble dans l'eau avec réaction alcaline, insoluble dans l'alcool absolu, non hygroscopique; fortement excito-sécrétoire à faible dose, sans aucune action dépressive.

D'autre part, la concentration de l'alcool ayant servi aux précipitations ci-dessus nous a donné un résidu de couleur jaunâtre, de consistance solide quand il est tout à fait sec, soluble dans l'eau avec forte réaction alcaline, très hygroscopique. La solution aqueuse de ce produit est faiblement excito-sécrétoire chez les animaux dont le pancréas n'a pas été excité au préalable par la sécrétine; elle est *fortement dépressive*, la dépression provoquée est immédiate et de longue durée (voir les tracés ci-dessus).

Ainsi donc il n'est pas douteux, après nos recherches, que la *sécrétine* et la *vaso-dilatine* sont deux substances différentes; les résultats que nous venons de faire connaître nous paraissent propres à clore définitivement le débat sur cette question; il s'ensuit que l'opinion de M. Popielski, rappelée par nous ci-dessus, ne saurait être justifiée en tant que loi générale de la sécrétion glandulaire.

Conclusions. — Nous avons séparé des macérations de muqueuse duodéno-jéjunale deux substances différentes :

1° Une substance excito-sécrétoire sans aucune action dépressive; elle répond à la substance dite *sécrétine;*

2° Une substance fortement dépressive, faiblement excito-sécrétoire. Cette substance correspond à celle dont MM. Bayliss et Starling avaient prévu la présence dans leur macération duodéno-jéjunale et qu'ils avaient qualifiée de *depressor substance.* Comme nous désirons séparer d'une façon

---

([1]) Matsuo, *The Journ. of Physiol*, t. XLV, n° 6, 1913, p. 447.

([2]) L. Launoy et K. Oechslin, *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXXIV, 1913, p. 338.

très nette la *vaso-dilatine* de M. Popielski de la substance dépressive que nous venons d'isoler du duodéno-jéjunum, nous proposons pour elle le nom de *dépressine;* dans le choix de ce nom, nous nous conformons à la terminologie des auteurs anglais ([1]).

GÉOLOGIE. — *Sur la structure de la zone littorale de l'Algérie occidentale.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Douvillé.

J'ai signalé autrefois ([2]) la structure compliquée du massif des Trara (Oran) et notamment l'existence d'un pli chevauché du Nord vers le Sud, depuis le cap Noe jusqu'au Dj. Tadjera. Mes recherches au Maroc m'ont incité à revenir à diverses reprises dans ces régions algériennes, de façon à établir les relations géologiques du littoral oranais et de la zone la plus septentrionale du Maroc oriental. Je désire, dans cette Note, résumer, à ce point de vue, mes principales conclusions.

Le pli du Dj. Tadjera montre les calcaires du Lias moyen (Domérien) et supérieur (Toarcien), chevauchés sur le Miocène inférieur (Cartennien). Ce pli est enraciné au bord de la mer entre la baie d'Ahnaï et celle de Sidna Iouchâ. On voit de ce côté les calcaires massifs du Lias moyen redressés en une falaise abrupte, puis se déverser vers le Sud. Au contact du Miocène inférieur, le poudingue de base de cet étage, caractérisé par *Ostrea Cartenniènsis* Br., *Pecten convexior* Alm., etc., est *retroussé*, tandis que, plus au Sud, le calcaire liasique est *chevauché* jusqu'à une distance de plus de 6^{km} de la côte.

Au sud-est du cap Noe, à la limite du massif schisteux silurien des Trara, le djebel Sidi Sefiane offre une structure analogue, mais témoignant d'un effort orogénique moindre.

Les calcaires du Lias moyen et les marno-calcaires à riche faune toarcienne qui les surmontent reposent, au Nord-Ouest, sur les schistes siluriens et sont plissés en un anticlinal complètement déversé sur le Miocène inférieur, retroussé à son contact, dans la vallée de l'O. el Ouïdan.

([1]) La vaso-dilatine de l'extrait de duodéno-jéjunum est évidemment égale à sécrétine + dépressine.

([2]) *Esquisse stratigraphique et pétrographique du Bassin de la Tafna (Algérie)*, p. 495 et suiv., et Carte géologique au $\frac{1}{200000}$, *Pl. V.* Alger, 1902.

Si l'on se déplace vers l'Ouest en se rapprochant du Maroc, on observe les mêmes phénomènes tectoniques qui prennent plus d'importance.

Chez les Beni Menir, entre le cap Noe et le cap Torsa, le Lias calcaire se montre en lambeaux disséminés sur les marnes du Miocène inférieur caractérisées par une faune burdigalienne et rendues schisteuses par la compression. De plus, il est fréquent de voir des *lambeaux de poussée* interposés entre le Miocène et le Lias, essentiellement formés par les argiles bariolées et les gypses du Trias lugunaire. Au cap Torsa, le Lias moyen se montre, comme au cap Noe, en une falaise formée par la *racine droite* du pli poussé sur le Miocène inférieur, tandis qu'à Nemours les travaux du port ont entaillé un lambeau de calcaire liasique en superposition anormale sur les schistes et les grès du Séquanien.

Mais c'est dans la vallée de l'O. Kouarda, chez les Msirda, que le phénomène prend sa plus grande ampleur.

Le Lias, qui se montre encore enraciné au bord de la mer, forme un pli largement chevauché sur le Miocène inférieur marneux [1] qui s'étale dans la vallée de ce petit fleuve côtier.

Le Dj. Ali ben Sala, sur la rive droite, et le Dj. Zendal, sur la rive gauche, sont formés par le Lias moyen reposant sur le Miocène inférieur et l'on peut voir, sur tout le pourtour méridional du calcaire liasique du Zendal, affleurer, sur les marnes miocènes *schisteuses*, un *lambeau de poussée* du Trias gypseux fortement laminé. Trois affleurements du Lias, appartenant au même pli, se trouvent isolés plus au Sud, par l'érosion formant les crêtes calcaires du Koudiat Ferked et du Dj. Kelâ, à soubassement miocène. D'autres pointements liasiques, au Dj. Alouïa et au Dj. Mellafen, chez les Attia, ont leurs contacts masqués par les déjections andésitiques postérieures du « Volcan des Msirda ».

Dans ces régions, le Lias chevauche le Miocène inférieur sur une étendue de plus de 11^{km}.

La zone littorale est bordée, dans ces contrées, par l'imposante crête du Dj. Filhaoucen dont j'ai montré la continuité, par le massif des Beni Snassen, avec les chaînes marocaines.

Le Dj. Filhaoucen s'élève entre les vallées miocènes de l'O. Mersa (Nemours) et de la Tafna. Il offre les terrains primaires (schistes siluriens des Trara, poudingues permiens des Beni Menir) et toute la série jurassique que j'ai décrite dans le massif des Beni Snassen, série de sédimentation continue, depuis la transgression mésoliasique jusqu'au Jurassique supérieur. Toutes les couches secondaires y forment un vaste anticlinal déjeté vers le Sud, s'appuyant parfois, comme chez les Beni Mishel,

---

[1] Ces marnes du Miocène inférieur ont été confondues autrefois avec les argiles et grès de l'Oxfordien (Cartes géologiques au $\frac{1}{800000}$ de l'Algérie, éditions de 1889 et de 1900).

sur les dépôts du Miocène inférieur. Sur son revers méridional, la chaîne montre son ossature primaire, les schistes siluriens affleurant sur une bande étroite parallèle à la crête, pincés entre les flancs jurassiques de la montagne.

Il faut donc admettre que les mêmes efforts orogéniques qui ont laissé des traces si manifestes dans la zone littorale ont eu leur répercussion dans cette chaîne.

Plus à l'Ouest encore, j'ai montré (1) qu'au Maroc le massif des Kebdana offrait des phénomènes de charriage tout à fait comparables (1).

Le Lias s'y montre poussé sur les schistes à *Posidonomya alpina* et *P. Dalmasi*, avec interposition fréquente d'une lame très mince, fortement laminée, d'argiles bariolées du Trias gypseux. L'étendue du chevauchement vers le Sud oscille, ici, entre 10^{km} et 15^{km}. La répercussion des efforts orogéniques qui ont affecté la région littorale est non moins discutable dans le massif des Beni Snassen où se montrent des plis imbriqués poussés vers le Sud (2).

Ainsi, depuis la baie d'Ahnaï jusqu'à la lagune de Mar Chica, dans la zone marocaine espagnole (soit sur un espace de plus de 120^{km}), partout, *le bord de l'effondrement méditerranéen est jalonné par les mêmes phénomènes orogéniques*. Et je pense que la même continuité tectonique se poursuit dans l'Est.

J'ai observé, en effet, les mêmes chevauchements du Lias sur le Miocène inférieur et sur les marnes sénoniennes, entre l'îlot d'El Mokreum et l'embouchure de la Tafna chez les Beni Khelad. Je crois, aussi, que le Lias qui couronne le Dj. Skouna est chevauché, enraciné au bord de la mer, ayant poussé devant lui une partie du Trias gypseux de la vallée de Feïd el Ateuch, au pied de la colline des Sebâ Chioukh; je suis même porté à admettre que le gîte de fer célèbre de Beni Saf a subsisté en partie aux ravages de l'érosion, grâce à la protection de la nappe calcaire qui lui sert de toit. Enfin je ne serais pas surpris que les mêmes phénomènes s'étendissent jusqu'au voisinage d'Oran.

Il est possible, en outre, de dire, avec assez de précision, l'âge de ce mouvement orogénique. Le Lias chevauché recouvre fréquemment le Miocène à faune burdigalienne (Cartennien) tandis qu'il est recouvert par les grès tortoniens ou par le Miocène supérieur (Sahélien) *en place*.

Le premier cas s'observe dans la région de Beni Saf où j'ai décrit des couches à faune helvétienne, avec *Pecten substriatus* d'Orb., *P. Fuchsi* Font., *Ostrea*

---

(1) *Comptes rendus* du 31 octobre 1910.

(2) Louis Gentil, *Esquisse géologique du massif des Beni Snassen* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. VIII, p. 391-417, *Pl. VIII-IX*).

Barroisi Kil. et les grès de Beni Saf à faune tortonienne avec *Pecten Besseri* Andr., *P. costisulcatus* Alm. Bof., *Cytherea Pedemontana* Agass., accompagnant les Clypéatres décrits par Pomel [1]. Dans l'Ouest, depuis le cap Torsa jusqu'au delà des Kebdana, partout des grès et argiles *en place* recouvrent le Lias chevauché et sont caractérisés par les débris de la faune du Miocène supérieur (Sahélien) à *Pecten Restitutensis* Font., *P. incrassatus* Part., *P. sarmenticus* Goldf., *P. Bollensis* Font., etc., que j'ai signalés à Nemours et à Port-Say [2].

Il résulte de ces observations que le *Lias a été charrié au Miocène moyen ou plutôt au début de cette époque, à l'Helvétien.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

---

(1) *Thèse de doctorat*, p. 322 et suiv.

(2) *Comptes rendus*, 30 janvier 1911.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MARS 1913.

Bureau central météorologique de France. *Procès-verbaux des Séances du Comité météorologique international avec les procès-verbaux de la Commission de Magnétisme terrestre et d'Électricité atmosphérique. Réunion de Paris*, 1907. *Réunion de Berlin*, 1910. Paris, Imprimerie nationale, 1913; 2 fasc. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. *Recueil des Actes officiels et Documents intéressant l'Hygiène publique. Travaux du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France;* t. XLIV, année 1910. Melun, Imprimerie administrative, 1912; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central pendant les 50 premières années de l'Association géodésique internationale, par F.-R. HELMERT. Leyde, E.-J. Brill, 1913; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Institut océanographique. Tome V, fasc. 5 : *Étude systématique et biologique des Poissons de la Manche occidentale*, par ÉD. LE DANOIS. — Fasc. 6 : *Untersuchungen über die Absorption des Lichts im Seewasser* (erster Teil), par KLAUS GREIN. Paris, Masson et Cie, 1913; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Titres et travaux scientifiques du Lieutenant-Colonel P.-L. Monteil. Coulommiers, imp. Paul Brodard, 1913; 1 fasc. in-4°.

Les rayons ultraviolets et leurs applications. Les lampes à vapeur de mercure, par l'INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Le Mois scientifique et industriel; nos 159-161, novembre 1912-janvier 1913. Paris; 3 fasc. in-8°.

R. Magistrato alle acque. Ufficio idrografico. Terza relazione annuale del Direttore; pubblicazione n° 36. Venise, 1912; 1 vol. in-8°.

Department of terrestrial magnetism of the Carnegie Institution of Washington. Annual Report of the Director, 1912. (Extr. du *Year Book*, n° 11, p. 230-238, pl. 6 et 7); 1 fasc. in-8°.

Meteorologisches Jahrbuch für Finnland, herausgegeben von der *Meteorologischen Zentralanstalt;* Bd. VII; VIII, Teil 1; IX, Teil 1; 1907-1909. Helsingfors, 1912; 3 fasc. in-4°.

Division territorial de los Estados Unitados Mexicanos. Estados de Aguascalientes, Colima y Morelos. Mexico, 1912; 3 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1913.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport sur la pétition adressée au Président de l'Académie par la plupart des Correspondants nationaux*, par M. Gaston Darboux. — Commissaires : MM. Guyon, président; P. Appell, vice-président; Ph. van Tieghem, secrétaire perpétuel; Émile Picard, Edmond Perrier, Dastre, Alfred Picard; Gaston Darboux, rapporteur (H. Poincaré et Cailletet, décédés). (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences;* t. 156, p. 836; séance du 10 mars 1913.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

L'Atlantide, par Pierre Termier, Membre de l'Institut. Conférence faite à l'Institut océanographique de Paris, le 30 novembre 1912. (*Bulletin de l'Institut océanographique*, Fondation Albert Ier, Prince de Monaco; n° 256, 20 janvier 1913.) Monaco; 1 fasc. in-8°.

Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique, comprenant la plupart des plantes d'Europe, par Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; fasc. 7-10. Paris, E. Orlhac; Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Neuchatel (Suisse), Delachaux et Niestlé; 4 fasc. in-4°.

Specola astronomica vaticana. I : *La rotation de la Terre; ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles.* Second Appendice : Continuation des expériences, par J.-G. Hagen. Rédigé en français par P. de Vregille. Rome, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Recherches cytologiques sur le genre « Amblystegium », par Em. Marchal. (Extr. du *Bull. de la Soc. roy. de Bot. de Belgique;* 2e série, t. I. Volume jubilaire.) 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die Greensche Funktion der Schwingungsgleichung, von A. Sommerfeld. (Extr. de *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung;* t. XXI, 1912, Heft 10/12.) Leipsig, B.-G. Teubner; 1 fasc. in-8°.

Sur le calcul des opérateurs de Newcomb, par H. v. Zeippel. (*Arch. för Matematik, Astronomi och Fysik;* Bd. VIII, n° 19.) Stockholm, Almqvist et Wiksell; Paris, C. Klincksieck, 1912; 1 fasc. in-8°.

La place des Mathématiques dans la pratique du génie, par W.-H. White. (Extr. de *Scientia;* t. XII, 6e année, 1912, n° XXVI-6.) Bologne, Nicola Zanichelli; 1 fasc. in-8°.

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; 4e série, t. III, fasc. 1. Upsal, 1911-1913; 1 vol. in-4°.